GRAĐEVINAR

11 ČASOPIS SAVEZA GRAĐEVNIH INŽENJERA I TEHNIČARA SR HRVATSKE
GODINA XV STUDENI 1963



HOTEL »MARJAN« SPLIT

RADOVE IZVELO
»KONSTRUKTOR« GRAĐEVNO PODUZEĆE, SPLIT
OD VII 1962. DO VII 1963.

9554

»GRAĐEVINAR«

GOD. XV Br. 11

SADRŽAJ

SURADNICI!

OLAKŠAJTE RAD REDAKCIJSKOM ODBORU I UREDNIKU

Ako želite da Vaš članak bude što prije objavljen, držite se uputa:

DVA PRIMJERKA tipkana na stroju potpuno spremna za štampu neophodno su potrebna; tipkanje PROREDOM sa slobodnim RUBOM 5 cm ŠIRINE s lijeve strane omogućuju unošenje potrebnih korektura na jasan i pregledan način;

CRTEŽI IZRAĐENI TUŠEM jedino mogu da se upotrebe za izradu klišeja; slova i brojke na crtežima moraju biti tako veliki, da nakon smanjenja na format lista (8 odn. 16,5 cm širine) budu najmanje 1 mm visoki; svi naknadni ispravci crteža idu na račun autora;
fotografije kontrastne na sjajnom papiru daju dobre klišeje;
popis crteža i slika s rednom numeracijom olakšava orijetanciju, pa se izbjegava zametanje; sve slike priložiti odvojeno od teksta;
jasno i koncizno izražavanje u duhu jezika olakšava čitanje i povećava razumljivost, a štedi i na skupocijenom prostoru u listu.

Svi se objavljeni radovi honoriraju po tarifi, originalne slike se računaju kao tekst.

Molimo autore da prilikom slanja rukopisa naznače potpunu adresu, broj žiro računa i nadležnu općinu.

RUKOPISI SE NE VRAĆAJU, zadržite za sebe kopiju!

Časopis izdaje: Savez građevnih inženjera i tehničara SRH, Zagreb, Berislavićeva ul. 6.

Glavni urednik: Prof. dr ing. Ervin Nonveiller
Tehnički urednik: Ante Nejašmić

 — Administracija: Zagreb, Berislavićeva 6 — Tel. 38-114 — Tek. račun kod NB Zagreb 400-181-603-116

Tisak »VJESNIK«, Zagreb

»GRAĐEVINAR«

ČASOPIS SAVEZA GRAĐEVNIH INŽENJERA I TEHNIČARA HRVATSKE

ZAGREB
BERISLAVIĆEVA 6
Telefon 38-114
Tekući račun 400-181-603-116

12 BROJEVA GODIŠNJE S AKTUELNIM I INTERESANTNIM SADRŽAJEM

Izlazi svakog mjeseca

Godišnja pretplata iznosi

Za poduzeća i ustanove

Prvi pretplatni primjerak . .	Din 12.000
svaki daljnji primjerak . . .	„ 2.500
za ostale pretplatnike . . .	„ 900
za đake Građevinske srednje tehničke škole i studente Građevinskog fakulteta	„ 400
za inostranstvo	„ 4.000
pojedini broj za poduzeća i ustanove	„ 250
za ostale	„ 80

»GRAĐEVINAR« ima razvijenu oglasnu službu s ovim kategorijama oglasa

1. Oglašivanje privredne djelatnosti
2. Ponuda i potražnja materijala, najam strojeva i inventara, oglasi licitacije
3. Ponuda i potražnja namještenja

PRETPLATITE SE NA GRAĐEVINAR
OGLAŠAVAJTE U GRAĐEVINARU

DRUŠTVO GRAĐEVNIH INŽENJERA I TEHNIČARA ZAGREB

OBAVIJEŠTAVA ZAINTERESIRANA PODUZEĆA, USTANOVE, ČLANOVE, DA ĆE U 1964. GOD. ODRŽATI

SEMINARE

ZA INŽENJERE I TEHNIČARE IZ OVIH PODRUČJA:

»CEMENT I BETON«
»PRAKTIČNA GEOMEHANIKA«
»»ASFALTNI ZASTORI NA CESTAMA«
»ZAVRŠNI RADOVI U GRAĐEVINARSTVU«

VRIJEME ODRŽAVANJA POJEDINOG SEMINARA, OBJAVIT ĆE SE NAKNADNO.

DETALJNA OBAVJEŠTENJA:

DRUŠTVO GRAĐEVNIH INŽENJERA I TEHNIČARA, ZAGREB, BERISLAVIĆEVA 6/I, TEL. 38-114.

UJEDNO OBAVJEŠTAVAMO

ČLANOVE DRUŠTVA, DA JE NA ZAJEDNIČKOM SASTANKU DELEGATA PODUZEĆA, ODRŽANOM 14. XI O. G., ODREĐEN »DAN GRAĐEVINARA« — SRIJEDA — ZA SASTANKE U NOVOUREĐENIM KLUPSKIM PROSTORIJAMA. KONZUMACIJA PO SNIŽENIM CIJENAMA.

KNJIŽNICA DRUŠTVA RADI I NALAZI SE U SEKRETARIJATU DRUŠTVA, SOBA BR. 12/I.

ODBOR

GRAĐEVINAR

GOD. XV STUDENI 1963. Br. 11

UREĐENJE ULIČNIH ČVORIŠTA

Prof. dr ing. **M. Čabrian**, Zagreb

1. Uvod

Izvanredan porast motoriziranog individualnog cestovnog prometa, koji je posljednjih godina zabilježen u gotovo čitavom svijetu, stvorio je teške prometno-tehničke probleme tamo gdje je taj promet najgušči i najintenzivniji, tj. u velikim gradovima. Ovi se problemi počinju sve više i kod nas osjećati, a stalni porast stupnja motorizacije prijeti da ćemo se u budućnosti morati s njima pozabaviti mnogo intenzivnije nego do sada, tražeći ispravna prometno-tehnička rješenja i koristeći danas već vrlo obimne rezultate znanstvenog istraživanja i praktičnih iskustava na tome području.

Svrha ovog člana nije, i ne može biti, u iznošenju čitave problematike prometnog uređenja gradova, koja počinje s regionalnim planiranjem i zoniranjem pojedinih gradskih područja, s različitom namjenom i s različitim intenzitetom prometa, te vodi preko rješavanja koordinacije pojedinih prometnih sredstava i koordinacije javnog i individualnog prometa do rješavanja niza detalja. Svrha je ovog članka da upozori, da se u detaljnom planiranju uličnih čvorišta ne ide za tim da se više-manje po osjećaju razmjeste po čvorištu signali i obojadišu pješački prijelazi, smatrajući kod toga da je rubni kamen pločnika svetinja u koju se ne smije dirnuti, već da ulična čvorišta treba urediti prema suvremenim znanstvenim spoznajama i principima, a to uređenje se osim u ispravnom postavljanju signala, tamo gdje to obim prometa zahtijeva, sastoji i u ispravnom oblikovanju čvorišta, njegovom dimenzioniranju, te u ispravnom izboru sistema signalizacije, proračunu signalnih faza i proračunu propusne moći čvorišta.*

Bit svakog prometnog čvorišta jest u tome, da se u njemu siječe, isprepliće, spaja i razdvaja više prometnih tokova, istih ili različitih prometnih sredstava. Mogućnost izbjegavanja kaosa na takvoj površini konflikata kakvu čine ulična čvorišta, pruža se u dalekosežnoj primjeni p r i n c i p a s o r t i r a n j a, tog osnovnog principa svake ljudske djelatnosti kada se želi prijeći iz kaosa u red. Sortirati se može u p r o s t o r n o m i u v r e m e n s k o m smislu, a kod prostornog sortiranja postoji još mogućnost sortiranja u širinu (horizontalno proširenje) i sortiranja u visinu (vertikalno razrahljenje). U detaljnom planiranju čvorišta prostorno se sortiranje svodi u smislu horizontalnog proširenja na određivanje posebnih voznih traka za različita prometna sredstva (tramvaj, automobili, bicikli, pješaci) i na razdvajanje voznih smjerova i prometnih tokova. Prostorno će sortiranje mjerodavno utjecati na g r a đ e v n o oblikovanje čvorišta. Vremensko sortiranje obuhvata sva zbivanja koja su ovisna o vremenskom slijedu vozila, kao preticanja, prelaženja voznih traka, uplitanja i isplitanja prometnih tokova, sve zbivanja od osobitog značenja kod čvorišta u jednoj razini. Vremenskim sortiranjem je karakterizirano p o g o n s k o oblikovanje čvorišta. Kod velikog prometnog opterećenja čvorišta postiže se vremensko sortiranje svrsishodnom signalizacijom. Ovdje treba da prostorno i vremensko sortiranje (građenje i pogon) tvore jedinstvenu cjelinu.

2. Sistemi signalizacije

Da li čvorište treba, ili ne treba, signalizirati, ovisi o obimu prometa, izraženom u broju vozila u jedinici vremena, koji na svim privozima ulazi u čvorište. U pogledu signalizacije razlikujemo dvije mogućnosti.

21 R u č n a s i g n a l i z a c i j a, gdje se prometni signali daju ručno, eventualno na postavnom uređaju za stalne signale. Nedostatak je ručne signalizacije u visokim pogonskim troškovima i u utvrđenoj sklonosti prometnih redara da rade s predugim signalnim ciklusima.

22 A u t o m a t s k a s i g n a l i z a c i j a daje opet dvije mogućnosti, i to:

221 Automatska signalizacija s konstantnim signalnim ciklusom, koji obuhvata sve signalne faze, a koje treba proračunati prema prometnim podacima.

222 Automatska signalizacija u ovisnosti od prometnog toka, gdje je trajanje signalnih faza promjenljivo (između minimuma i maksimuma), koju promjenu vrši sam tok vozila, redovito stvaranje potrebnih kontakta spomoću pneumatskih pragova ugrađenih na privozima u čvorište, rjeđe spomoću fotostanica.

Ovaj drugi sistem automatske signalizacije je od prednosti na osamljenim čvorištima, izvan užeg

* Metode proračuna čvorišta, koje su prikazane u ovom članku, obrađene su prema literaturi navedenoj pod 6. To su za praksu dovoljno tačne metode koje je Korte uveo u Evropi, prilagođujući američka istraživanja i iskustva na evropske prilike. Slike od 1 do 9 i 12 uzete su iz Korteovih publikacija.

gradskog područja, jer će u intervalima manjeg prometnog opterećenja vremenski gubici uslijed čekanja vozila redovito biti manji, nego kod automatskog sistema s konstantnim signalnim ciklusom. U intervalima velikog prometnog opterećenja se ova prednost gubi. Tome nasuprot automatski sistem s konstantnim signalnim ciklusom omogućuje bolju koordinaciju signalizacije uzastopnih čvorišta (zeleni val).

U proračunu signalnog ciklusa nema bitne razlike između ova dva sistema automatske signalizacije. Kod automatskog sistema u ovisnosti od prometnog toka treba uvijek proračunati dva ciklusa (maksimalni i minimalni), ali to se često radi i kod sistema s konstantnim signalnim ciklsuom, gdje je korisno u intervalima jakog prometnog opterećenja primijeniti različiti signalni ciklus od onoga u intervalima slabog i srednjeg opterećenja (fleksibilni sistem).

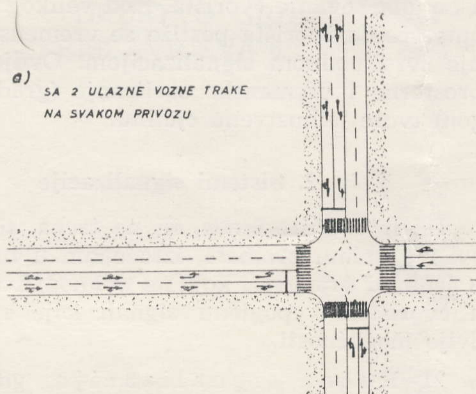
3. Osnovni sistemi čvorišta

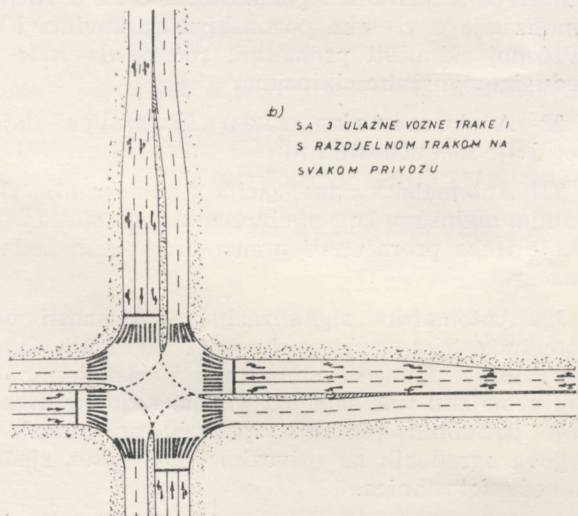
31 Čista križanja (na četiri privoza)

Moguće je oblikovati mnogo različitih sistema signaliziranih križanja, već prema tome da li se za svladavnje zahtijevane propusne moći težište polaže na vremensko sortiranje (u kom će se slučaju nastojati tačke kolizije što više zbiti), ili se težište polaže na prostorno sortiranje (u kom će se slučaju nastojati križanje proširiti, ili ga čak dalekosežno raščlaniti na plohe pojedinačnih konflikata). Podizanje propusne moći križanja može se bolje postići spomoću prostornog, negoli spomoću vremenskog sortiranja.

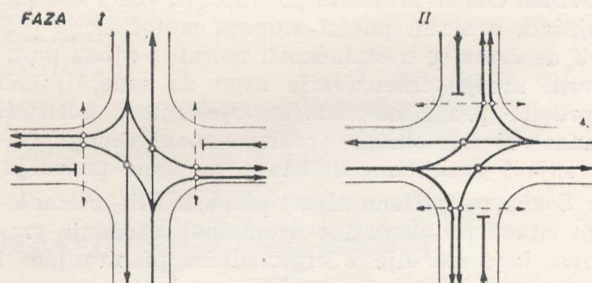
311 Obično (neprošireno) križanje

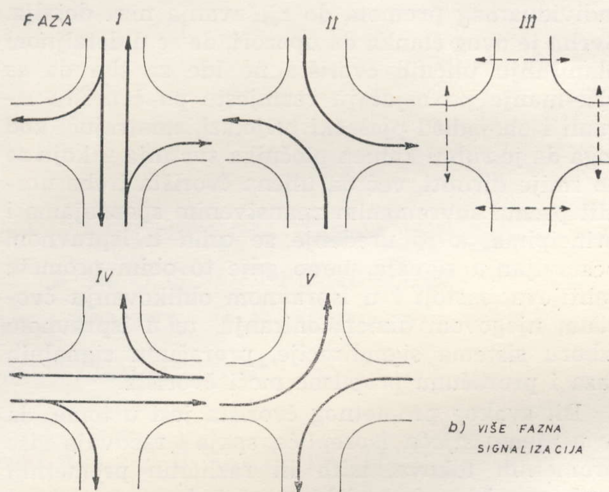
Putovi vozila koja skreću lijevo iz iste ulice ne križaju se na plohi križanja, pa se u sredini ne smije nalaziti otok, već je ploha križanja obilježena crtkastim linijama, koje omogućuju mimoilaženje vozila koja skreću lijevo (sl. 1). Kod malih opterećenja je ovakvo obično križanje podesno bez signalizacije, samo s obilježenjem kolnika. Kod većeg opterećenja je potrebna signalizacija, odnosno progresivno koordinirana signalizacija kod uzastopnih križanja.





Sl. 1: Primjeri običnih (neproširenih) križanja





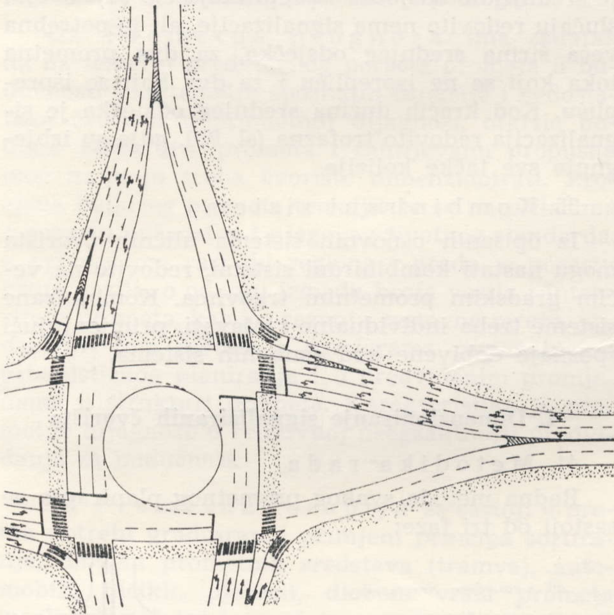
Sl. 2: Planovi faza signalizacije običnog križanja

Propusna moć i sigurnost ovakvog najjednostavnijeg rješenja ovisi o tome u kojoj mjeri uspijeva provesti vremensko sortiranje na jedinstvenoj konfliktnoj plohi. Sigurnost je najveća kod potpunog vremenskog sortiranja sa 5 faza (sl. 2b) ali se poradi postizavanja veće propusne moći redovito primjenjuje ciklus sa 2 faze (sl. 2a), pa se u svakoj fazi mirimo sa 2 tačke kolizije, kao i s tačkama kolizije pješačkih tokova s vozilima koja skreću. Propusna moć običnih križanja: do 750

vozila u satu za nesignalizirana i do 2000 vozila u satu za signalizirana križanja.

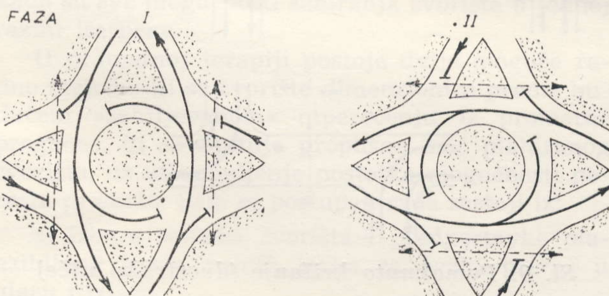
312 Prošireno križanje

Vremensko i prostorno sortiranje se olakšava dodatnom retencionom površinom za vozila koja skreću lijevo, u zaštiti srednjeg otoka (sl. 3). Otok mora imati veliki promjer (ϕ = 30 do 60 m), a



Sl. 3: Primjer proširenog križanja

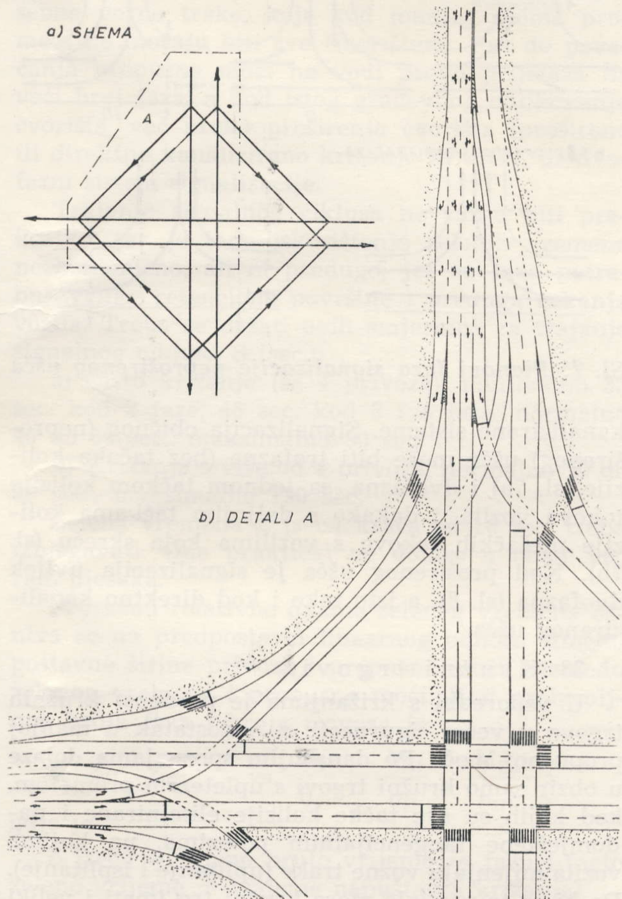
vozila moraju biti strogo vođena na obilježenim trakama. Oba smjera svakog privoza (ulaz i izlaz) moraju biti rastavljena umetnutim trokutima, pa ovo rješenje zahtijeva daleko više prostora, ali uvijek ima samo dvofaznu signalizaciju (sl. 4), te je podesno i za najjače opterećena čvorišta na užem gradskom području. Propusna moć proširenih križanja: preko 5000 vozila u satu.



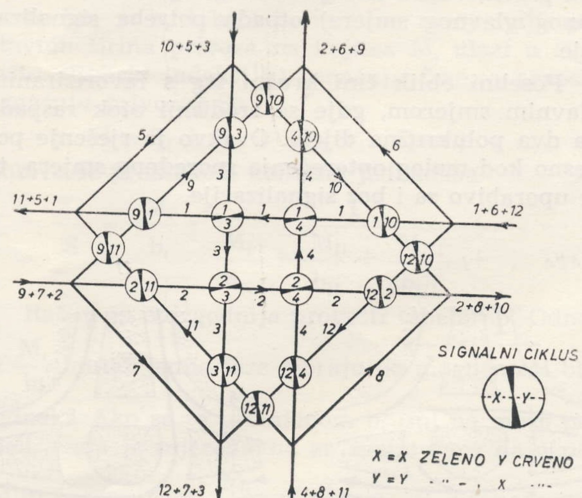
Sl. 4: Plan faza signalizacije proširenog križanja

313 Direktno kanalizirano križanje

Kod najvećih opterećenja i kod dovoljnog prostora na raspolaganju dolazi u obzir direktno kanalizirano križanje (sl. 5), gdje je prostorno sortiranje provedeno do kraja, tako da se križanje raspada na 16 pojedinačnih tačka kolizije, koje sada predstavljaju čista jednosmjerna križanja, bez skretajućih vožnji, pa ih se može jednostavnim horizontalnim proširenjem dovesti do praktički svake zahtijevane propusne moći. Vremensko je sortiranje jednostavno, u dvofaznom taktu (sl. 6). Potreba prostora je usporediva s onom za križanja u dvije razine u obliku djeteline, na autostradama, samo otpadaju skupi objekti. Ovaj je sistem podesan u neizgrađenim zelenim pojasima gradova, kod zahtjeva najveće propusne moći.



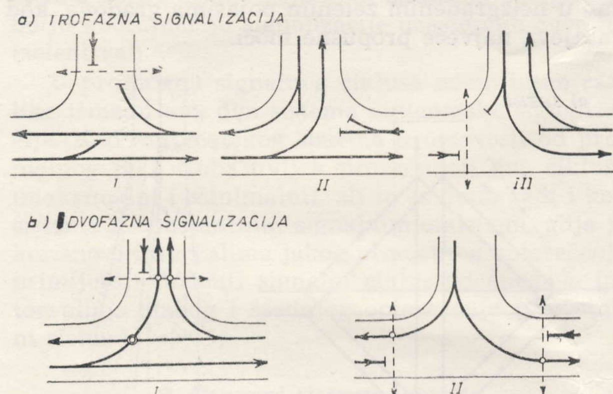
Sl. 5: Direktno kanalizirano križanje



Sl. 6: Dvofazna signalizacija direktno kanaliziranog križanja

32 Ušća i raskršća (sa tri privoza)

Signalizirana ušća (T-križanja) i raskršća (Y-križanja) nastaju apstrakcijom čistog križanja: jedan privoz otpada. Kao i kod čistih križanja razlikujemo obične (neproširene), proširene i direktno



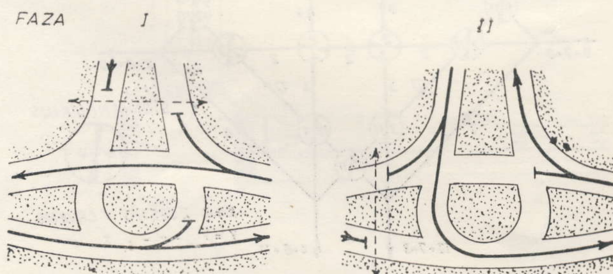
Sl. 7: Planovi faza signalizacije neproširenog ušća

kanalizirane sisteme. Signalizacija običnog (neproširenog) ušća može biti trofazna (bez tačaka kolizije, sl. 7a) i dvofazna, sa jednom tačkom kolizije tokova vozila, i dakako s daljnjim tačkama kolizije pješačkih tokova s vozilima koja skreću (sl. 7b). Kod proširenog ušća je signalizacija uvijek dvofazna (sl. 8), a isto tako i kod direktno kanaliziranog ušća.

33 Kružni trgovi

U usporedbi s križanjima je prednost kružnih trgova u većoj sigurnosti, a nedostatak u manjoj propusnoj moći. Po današnjim spoznajama dolaze u obzir samo kružni trgovi s upletenim prometom, kod kojih su sve tačke kolizije eliminirane i nadomještene tangencijalnim potezima, na kojima vozila mijenjaju vozne trake (uplitanje i isplitanje). Da bi se to postiglo mora kružni trg imati i veliki promjer središnjeg otoka ($\phi > 70$ m) i široki kolnik prstena. Kod čistog kružnog trga (bez favoriziranog glavnog smjera) otpada potreba signalizacije.

Posebni oblik čini kružni trg s favoriziranim glavnim smjerom, gdje se središnji otok raspada na dva polukružna dijela. Ovakvo je rješenje podesno kod malog opterećenja sporednog smjera, te je uporabivo sa i bez signalizacije.



Sl. 8: Plan faza signalizacije proširenog ušća

Kod kružnih trgova s upletenim prometom može se postići propusna moć do 5000 vozila u satu, ali je potreba prostora vrlo velika, slično kao i kod direktno kanaliziranog križanja.

34 Pomaknuto križanje (dvostruko ušće)

Kod većih razmaka između obe poprečne ulice je srednji dio odsječak ispreplitanja (sl. 9a). U tom slučaju redovito nema signalizacije, ali je potrebna veća širina srednjeg odsječka, za dva prometna toka koji se ne ispreplića i za dva koji se ispreplića. Kod kraćih dužina srednjeg odsječka je signalizacija redovito trofazna (sl. 9b), gdje su izbjegnute sve tačke kolizije.

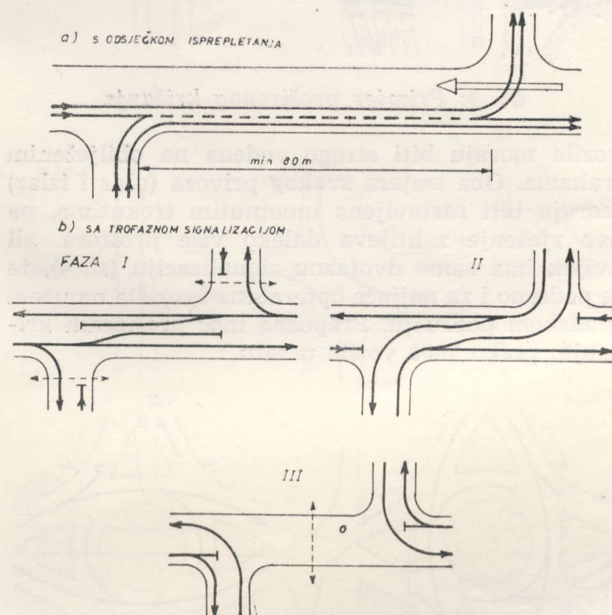
35 Kombinirani sistem

Iz opisanih osnovnih sistema uličnih čvorišta mogu nastati kombinirani sistemi, redovito na većim gradskim prometnim trgovima. Kombinirane sisteme treba individualno rješavati, primjenjujući spoznaje dobivene kod osnovnih sistema.

4. Dimenzioniranje signaliziranih čvorišta

41 Metodika rada

Radna metoda svakog prometnog planiranja se sastoji od tri faze:



Sl. 9: Pomaknuto križanje (dvostruko ušće)

411 Prometna dijagnoza koja daje tačnu sliku prometne situacije u planovima prometnih tokova i planovima opterećenja, te koja u nacrtima prikazuje sadašnju građevnu supstanciju čvorišta i sve potrebne podatke prema položaju i visini. Ovamo spadaju i ispitivanja i podaci o širem području planiranog čvorišta, prometne analize za sva prometna sredstva (uključujući javni promet i pješake), dobivene na temelju statičkih i dinamičkih brojenja prometa, podaci o dnevnoj fluktuaciji prometa i o satovima vršnog optereće-

nja, podaci o građevnim okolnostima čvorišta (vođenje linije u položajnom nacrtu i uzdužnom profilu, vrijednost građevina, stanje cestovnih površina i td.) i na posljetku podaci o prometnim nezgodama (s oznakom prostorne i vremenske razdiobe nezgoda i svih činilaca koji utječu na prometnu sigurnost). Karakteristika je prometne dijagnoze u egzaktnosti podataka i podloga.

412 Prometna prognoza ima zadatak da na temelju predviđenog porasta prometa u budućnosti i na temelju spoznatih funkcija i nedostataka čvorišta u prometnoj dijagnozi, otkrije buduću strukturu prometa i zahtijevanu propusnu moć na koju treba čvorište dimenzionirati. Procjena budućeg prometa temeljit će se na podacima o porastu pučanstva i njegovog životnog standarda, o privrednom razvoju regiona i grada, o porastu broja vozila, o odnosu između broja vozila i intenziteta prometa, kao i o razvoju cestovne mreže, vodeći pri tom računa o namjerama regionalnog i urbanističkog planiranja i o predviđenim promjenama u strukturi prometa. Karakteristika je prometne dijagnoze u relativnoj neegzaktnosti predviđanja za budućnost.

413 Prometna terapija se sastoji u prema potrebi graduiranoj primjeni principa sortiranja, diobom prometnih sredstava (tramvaj, automobili, bicikli, pješaci), diobom vrsta prometa (prolazni, početni i završni promet; tekući, stajaći i radni promet), horizontalnim proširenjem u retencione površine (rasplet prometnih tokova u predsortiranju i sortiranju vozila po smjerovima), vremenskim sortiranjem spomoću signalizacije (plan i proračun signalnih faza) i na posljetku vertikalnim razrahljenjem, bilo primjenom druge razine za smetajući promet (vozila koja skreću lijevo), bilo za javna prometna sredstva (podzemni tramvaj i željeznica), bilo za individualni automobilski promet kod najvećeg prometnog intenziteta, kada su sve mogućnosti saniranja čvorišta u jednoj razini iscrpene.

U prometnoj terapiji postoje dvije moguće radne metode: ili se čvorište dimenzionira prema budućem »zahtijevanom« otpterećenju iz prometne prognoze, ili se ispituje propusna moć planiranog čvorišta, uz ustanovljenje postotka mogućnosti porasta prometa. Sam se postupak rada sastoji iz:

a) Izbora sistema čvorišta i predpostavke planzibilnog broja voznih traka za svaki privoz u ulazu i izlazu.

b) Razvoja plana faza signalizacije.

c) Proračuna faza u signalnom ciklusu, prema pretpostavkama pod a) i b).

d) Dokaza propusne moći čvorišta, eventualno s potrebnim interacijama.

Karakteristika je prometne terapije, za razliku od analitičkog načina rada u prometnoj dijagnozi i prognozi, u sintetičkom i kreativnom radu. Kao dokaz optimalnog rješenja često će biti potrebno usporediti različite sisteme, no broj mogućih sistema je redovito ograničen mjesnim prilikama.

42 Proračun signalnih faza

Dvofazni sistem signalizacije je ekonomičniji od višefaznih sistema, te omogućuje veću propusnu moć čvorišta, a kod iste veličine površine križanja. Kod višefaznih se sistema propusna moć smanjuje uslijed češćih žutih vremena i uslijed procentualnog porasta sume sviju crvenih vremena. Višefazni sistemi zahtijevaju za sve prometne tokove posebne vozne trake, koje kod manjeg obima prometa ne moraju biti sve iskorištene. Put do povećanja propusne moći ne vodi preko prijelaza na veći broj faza, a kod istog građevnog oblikovanja čvorišta, već preko proširenja čvorišta (prošireno ili direktno kanalizirano križanje ili ušće), uz dvofazni sistem signalizacije.

Trajanje signalnog ciklusa ne smije biti prekratko, jer je tada iskorištenje zelenih vremena neekonomično, ali ni predugo, jer su tada potrebne velike retencione površine i preduga čekanja vozila. Treba se držati ovih smjernica za trajanje signalnog ciklusa S [sec.]:

a) Čisto križanje (sa 4 privoza), minimalno 35 sec. kod 2 faze, 45 sec. kod 3 i 4 faze, normalno 45 do 60 sec., maksimalno 80 sec.

b) Križanja s više od 4 privoza, normalno 70 do 90 sec., maksimalno 120 sec.

Zelena vremena Z [sec.] kraća od 16 sec. treba izbjegavati. Ona praktički ne dolaze u obzir već radi pješaka.

Proračun relativne dužine zelenog vremena osniva se na predpostavci linearnog odnosa između postavne širine privoza i propusne moći i između zelenog vremena i propusne moći. Kod proizvoljnog broja faza i broja privoza je

$$Z_I : Z_{II} : Z_{III} : \ldots = \frac{M_I}{b_I} : \frac{M_{II}}{b_{II}} : \frac{M_{III}}{b_{III}} : \ldots$$

gdje je

Z_i [sec.] = zeleno bruto vrijeme za fazu i (neto zeleno vrijeme + vrijeme napuštanja križanja),

M_i [aut./h] $= M_1 + M_2 + M_3 + \ldots =$ obim prometa kada faza i ima zeleno,

b_i [m] $= b_1 + b_2 + b_3 + \ldots =$ zbroj sviju postavnih širina privoza na kojima M_i ulazi u čvorište. (Rimski indeksi (i) označuju faze, a arapski označuju privoze.) Sa

$$S = Z_I + Z_{II} + Z_{III} + \ldots \text{[sec.]}$$

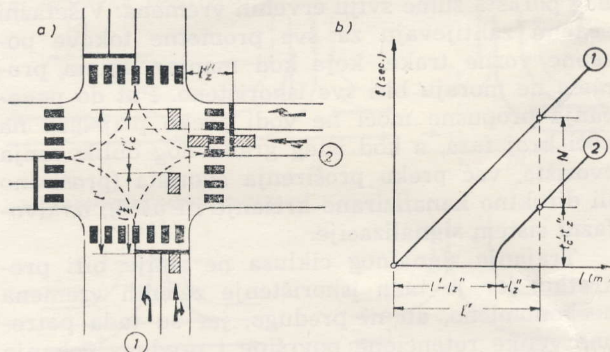
dobiva se preinakom konačna jednadžba

$$\frac{Z_i}{S} = \frac{M_i}{b_i} \cdot \frac{1}{\frac{M_I}{b_I} + \frac{M_{II}}{b_{II}} + \frac{M_{III}}{b_{III}} + \ldots}$$

Račun je najzgodnije provesti tabelarno. Odnosi $\frac{M_i}{b_i}$ unutar jedne faze moraju po mogućnosti biti jednaki. Ako se to promjenom b_i [m] ne može postići, onda je mjerodavna za svaku fazu najnepovoljnija (najveća) $\frac{M_i}{b_i}$ vrijednost. S pronađenom mjerodavnom $\frac{M_i}{b_i}$ vrijednosti i s odabranim traja-

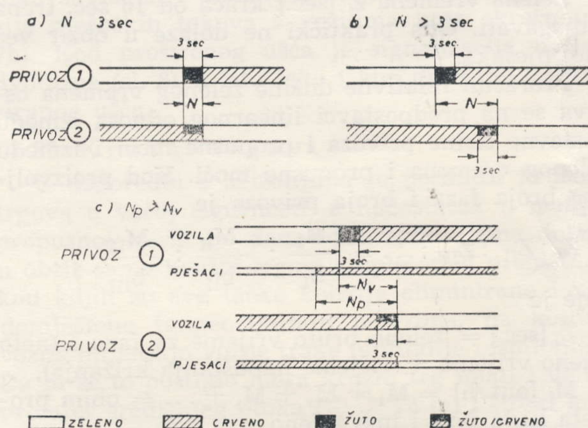
njem signalnog ciklusa S [sec.] proračunaju se bruto zelena vremena, od kojih se moraju odbiti vremena napuštanja križanja N [sec.], da bi se dobila neto zelena vremena.

Na prijelazu iz zelenog u crveno vrijeme signal pokazuje žuto, a na prijelazu iz crvenog u zeleno



Sl. 10: Određivanje faze napuštanja križanja

pokazuje žuto/crveno. Žuto, odnosno žuto/crveno vrijeme uzima se danas konstantno Ž = Ž/C = 3 sec. Ta žuta, odnosno žuto/crvena faza može (sl. 11a) i ne mora (sl. 11b) biti dovoljna za napuštanje križanja. Vrijeme napuštanja križanja može se pro-



Sl. 11: Faza napuštanja križanja

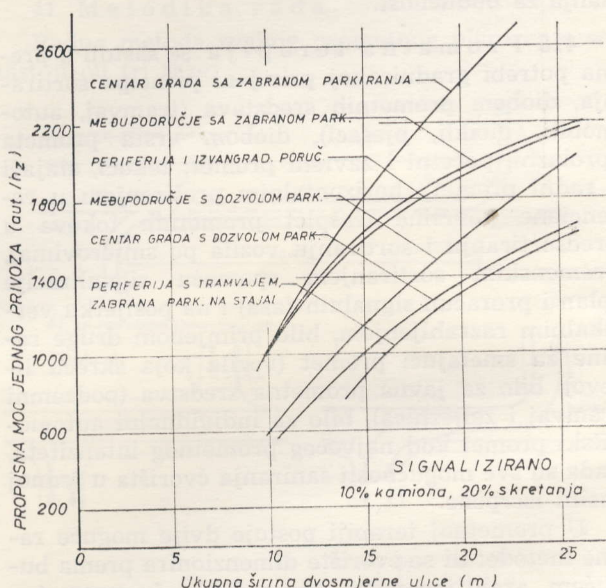
naći za konkretni slučaj (sl. 10) iz uvjeta da je vozilo na privozu (1), koje je na samom početku žutog vremena prešlo liniju zaustavljanja ,te je u trajanju žutog vremena prešlo put $l_Ž'$ [m], a ostatak puta l_c' [m], do napuštanja zone kolizije s vozilom iz privoza (2), je prošlo u vremenu t_C' [sec.], a kod crvenog signala. Vozilo iz privoza (2) je krenulo sa linije zaustavljanja na početku zelenog vremena, te je do zone kolizije prešlo put l_Z'' [sec.] u vremenu t_Z'' [sec.]. Kako mora biti $t_C' = t_Z''$ (sl. 10b), to ćemo dobiti vrijeme napuštanja križanja N [sec.], da od ukupnog vremena koje je vozilo iz privoza (1) napravilo put $l' = l_Ž' + l_C'$ [m] odbijemo vrijeme $t_C' = t_Z''$ [sec.] za koje je vozilo iz privoza (2) načinilo put l_Z'' [m].

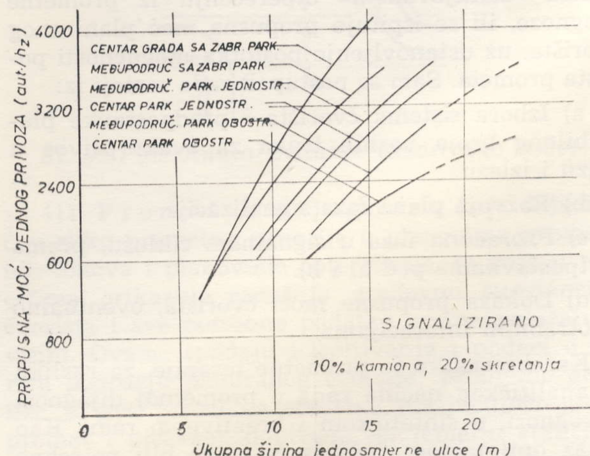
Linije vrijeme/put za oba vozila iz privoza (1) i (2) (sl. 10b) možemo za konkretni slučaj i za opažane brzine i ubrzanja na križanju konstruirati.

Općenito će kod uobičajenih dimenzija čistih križanja biti vrijeme napuštanja križanja za

osobne automobile	N = 1 do 2 sec.
kamione	N = 3 do 6 sec.
tramvaje	N = 4 do 8 sec.

Do nepovoljnijeg (dužeg) vremena napuštanja križanja ćemo vjerojatno doći promatrajući koliziju pješaka iz privoza (1) s vozilima iz privoza (2), jer je linija zaustavljanja vozila bliža pješačkom prijelazu, a i brzina pješaka je manja, iako im je put kraći. Ne bi međutim bilo ispravno vrijeme napuštanja križanja dimenzionirati prema pješacima. Kod pješačkog prijelaza obilježenog zebra linijama i kod discipliniranih vozača možemo predpostaviti da će vozila, unatoč zelenog signala, propustiti struju pješaka koja je ušla u križanje na samom kraju zelenog vremena svog privoza. Kod manjeg povjerenja u vozače može se za pješake odrediti duže vrijeme napuštanja križanja N_p [sec.] negoli za vozila N_v [sec.] (sl. 11c). Od žutog signala za pješake na prijelazu faza se je danas odustalo.





Sl. 12: Dijagrami osnovne propusne moći privoza

43 Proračun propusne moći

Kod miješanog prometa, koji je u Evropi češći nego u Americi, preporuča se računati s reduciranim brojem vozila na »automobilske jedinice« [aut.], koje ćemo dobiti množeći količine pojedinih vrsta vozila s težinama:

bicikli	0,33
motocikli	0,7
osobni automobili	1
kamioni i autobusi	1,5
tramvajski vlakovi	2,5
kamionski vlakovi	3,5.

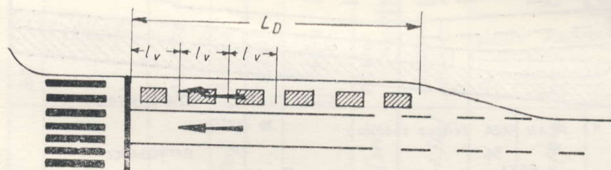
Osnovu za proračun propusne moći čine empirički dobiveni dijagrami propusne moći jednog privoza (sl. 12), gdje je broj automobilskih jedinica u zelenom satu [aut./h_z] dan kao funkcija širine dvosmjerne i jednosmjerne ulice. Krivulje u dijagramima su dane uz predpostavku da 20% vozila skreće, od toga 10% na desnu i 10% na lijevu stranu. Za konkretni slučaj za D [%] vozila koja skreću desno i L [%] koja skreću lijevo, moraju se vrijednosti iz dijagrama množiti s korekcionim faktorima:

$$\text{skretanje desno: } f_D = 1 + \frac{0{,}5 \cdot (10 - D)}{100}$$

$$\text{skretanje lijevo: } f_L = 1 + \frac{10 - L}{100}$$

tj. vozila koja skreću lijevo i koja čine najveće smetnje uzimaju se dvostrukom težinom.

Krajnje granice korekcionih faktora su $f_D = 0{,}9$ i $f_L = 0{,}8$ tj. procenat vozila koja skreću, bilo desno bilo lijevo ne smije biti veći od 30%. Kod većeg postotka skretanja treba uvesti posebne



Sl. 13: Posebna traka za skretanje desno

trake za skretanje (eventualno i posebne signalne faze), pa se račun provodi posebno za trake skretanja. Daljnji je uvjet $f_D \cdot f_L \geqq 0{,}8$. Nalazi li se ispred križanja autobusno stajalište, treba to uzeti u obzir korekcionim faktorom $f_B = 0{,}9$.

Ako je promet koji skreće bilo desno, bilo lijevo, manji od 10%, korekcioni faktori za skretanje su veći od 1, a u krajnjem slučaju za

$$D = 0\%, \quad f_D = \frac{0{,}5 \cdot (10 - 0)}{100} = 1{,}05$$

$$L = 0\%, \quad f_L = \frac{10 - 0}{100} = 1{,}10.$$

Osnovna propusna moće jedne vozne trake ne može se očitati iz dijagrama (sl. 12), već treba računati s vrijednostima za promet u pravcu: kod širine trake

$$b = 3{,}0 \text{ m}, \; M_P = 640 \text{ aut./}h_Z$$

$$b = 3{,}5 \text{ m}, \; M_P = 680 \text{ aut./}h_Z.$$

Granične vrijednosti za posebne trake za skretanje:

Skretanje desno ili lijevo:

$$\max M_D = \max M_L = 600 \text{ aut./}h_Z,$$

uz ograničenje za skretanje lijevo:

$$\max M_L = 1200 - M_P' \text{ [aut./}h_Z\text{]},$$

gdje je M_P' [aut./h_Z] = protivan promet u pravcu, i uz ograničenje za skretanje desno:

$$\max M_D = \frac{N \cdot L_D}{l_v} \cdot \frac{S}{Z} \text{ [aut./}h_Z\text{]},$$

gdje je (sl. 13)

N	=	broj signalnih ciklusa u satu (N = = 3600 : S)
L_D [m]	=	neto dužina posebne trake za skretanje desno
S [sec.]	=	signalni ciklus
l_v [m]	=	virtuelna dužina jednog vozila (l_v = = 5 do 7 m)
Z [sec.]	=	zeleno vrijeme.

Minimalni iznos prometa koji skreće lijevo, koji opravdava posebnu traku za skretanje, je:

$$\min M_L = 2 \cdot N \text{ [aut./h]}$$

ili svedeno na dimenziju [aut./h_Z]:

$$\min M_L = 2 \cdot N \cdot \frac{S}{Z} = \frac{2 \cdot 3600 \cdot S}{S \cdot Z} = \frac{7200}{Z} \text{ [aut./}h_Z\text{]}.$$

Pronađena propusna moć u dimenziji [aut./h_Z] pretvara se množenjem s omjerom $\frac{Z}{S}$ za svaku fazu u dimenziju [aut./h], te se uspoređuje sa zahtijevanom propusnom moći (dimenzioniranje prema prometnoj prognozi), ili sa sadašnjim obimom prometa (proračun mogućnosti porasta prometa).

5. Primjer

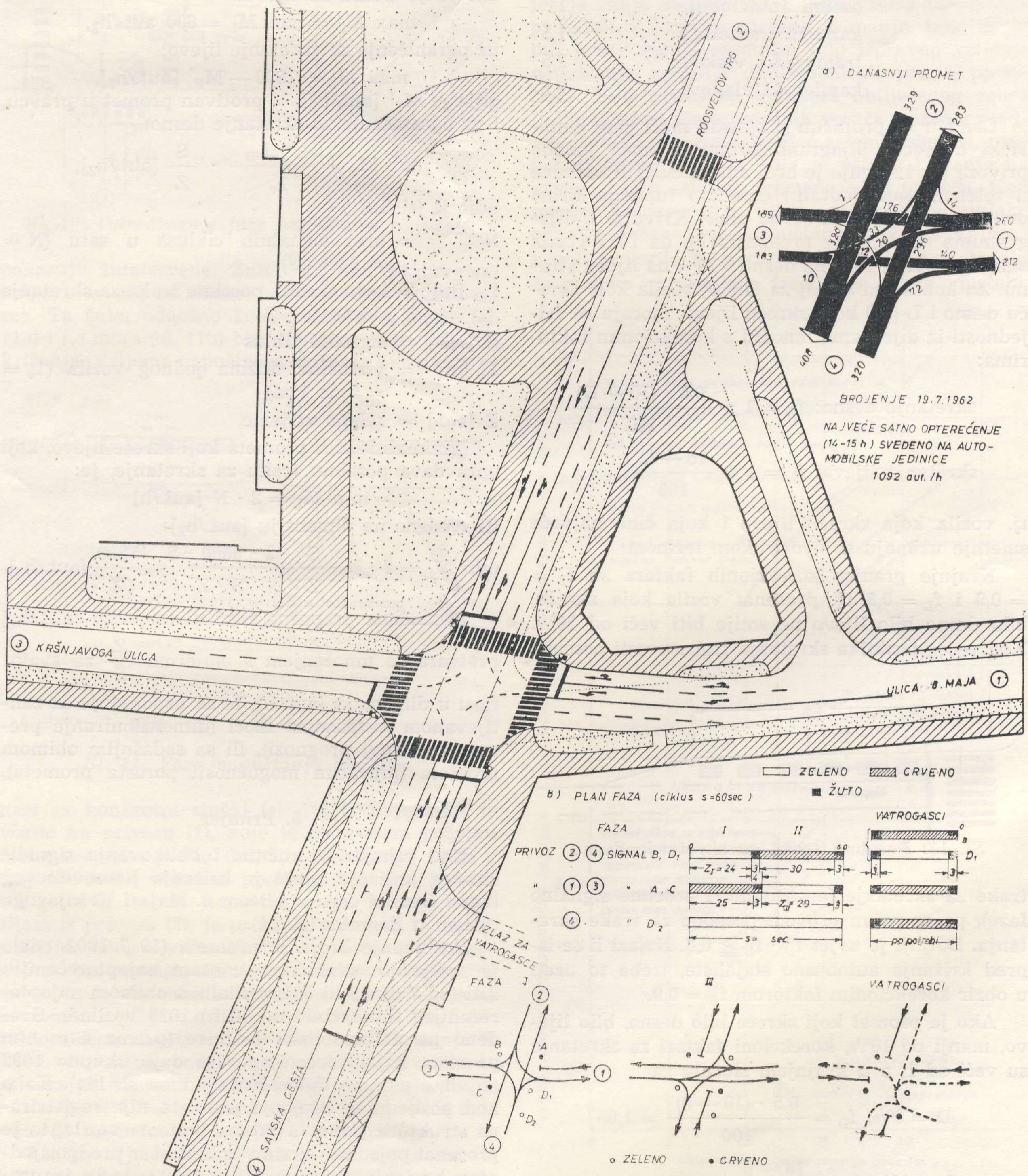
Kao primjer proračuna i oblikovanja signaliziranog križanja uzeto je križanje Rooseveltovog trga i Savske ceste s ulicom 8. Maja i Kršnjavoga ulicom u Zagrebu (sl. 14).

Poslijednje brojenje prometa (19. 7. 1962.) dalo je prosječno opterećenje u osam najopterećenijih sati (od 7 do 15 h) 834 vozila/h, s obimom najopterećenijeg sata (od 14 do 15 h) 1026 vozila/h. Svedeno na automobilske jedinice (prema 43) obim prometa najopterećenijeg sata daje ukupno 1092 aut./h, s planom opterećenja prema sl. 14a). Kako kod posljednjeg brojenja prometa nije registrirana struktura prometa prema vrstama vozila, to je procenat pojedinih vrsta vozila uzet iz predposljednjeg brojenja prometa (19. 6. 1959.), kada je prosječno opterećenje križanja u osam najoptereće-

nijih sati iznosilo 747 vozila/h, a obim prometa najopterećenijeg sata 838 vozila/h.

Danas je ovo križanje signalizirano, no njegovo oblikovanje je izričito nespretno. Ulica 8. Maja i Kršnjavoga ulica ulaze u križanje s pomakom osi, signali su postavljeni neispravno (neki se nalaze nekoliko metara ispred odgovarajuće linije zaustavljanja), a pješački prijelazi obilježeni su izvan prirodnih tokova pješaka na pločnicima. Stvar se komplicira potrebom potpune zaštite za izlaz vatrogasnih kola u svim smjerovima, jer se u dvorištu kuće na uglu Savske ceste nalazi vatrogasno spremište.

Plan faza odabran je prema sl. 14b), sa dvofaznim sistemom i s posebnom fazom za izlaz vatrogasaca, trajanje koje se uzima prema potrebi. Proračun faza je izvršen u tabeli I. a prema planu opterećenja iz sl. 14a).



Sl. 14: Uređenje križanja Rooseveltov trg — Savska cesta / Ulica 8. maja — Kršnjavoga ulica u Zagrebu

U tabeli II. dan je proračun propusne moći križanja, te je proračunana mogućnost procentualnog povećanja propusne moći svakog privoza, odnosno trake, prema današnjem prometu najopterećenijeg sata. Kritičan je privoz (3) (Kršnjavoga ulica), koji daje mogućnost povećanja propusne moći za 59%. Predloženo rješenje omogućilo bi dakle porast prometa prema danas najopterećenijem satu za cca 60%, a to znači 1,6 · 1092 = 1750 aut./h, uz predpostavku iste strukture prometa kakva je danas, što bi vjerojatno bilo dovoljno za duži niz godina. (Daljnja mogućnost povećanja propusne moći bila bi u izgradnji dviju ulaznih traka privoza (3), za smjerove pravo + desno i pravo + lijevo, u koju bi svrhu trebalo žrtvovati nekoliko desetaka metara drvoreda na južnoj strani Kršnjavoga ulice. Sada bi traka pravo + desno na privozu (1) (ulica 8. Maja) postala kritična. S mogućnosti povećanja propusne moći od cca 80%, bila bi tada propusna moć križanja 1,8 · 1092 = 1960 aut./h. Proračun faza bi za taj slučaj, jer se mijenja broj traka, bilo potrebno izvršiti iznova.)

Posebne trake za skretanje, lijevo iz privoza (1) i desno iz privoza (4), su jedine koje kao takove dolaze u obzir, a i one su jedva opravdane (uz predpostavku porasta prometa za 60%, skretanje lijevo iz privoza (1) M_{1L} = 1,6 · 70 = 105 aut./h, skretanje desno iz privoza (4) M_{4D} = 1,6 · 72 = 115 aut./h. Dužina posebne trake za skretanje desno iz privoza (4) je predimenzionirana obzirom na količinu prometa koji skreće, ali je njena dužina uzeta obzirom na mogućnost da tramvajski vlakovi (na traci za promet u pravcu), zaustavljeni na liniji zaustav-

Tabela I: Proračun faza

PRIVOZ	SMJER VOŽNJE	OPTEREĆENJE [aut./h]	OPTEREĆENJE OZNAKA	SIGNAL I	SIGNAL II	TRAKE BROJ	TRAKE b [m]	FAZE I M/b	FAZE II M/b
①	1PD	190	M_{1PD}	●	○	1	3.0	—	[63.3]
	1L	70	M_{1L}			1	3.0	23.3	
②	2PD	329	M_{2PD}	○	●	1	2×3.0 = 6.0	[54.8]	—
	2PL		M_{2PL}			1			
③	3PDL	183	M_{3PDL}	●	○	1	3.0	—	64.0
④	4D	72	M_{4D}			1	3.0	24.0	—
	4P	248	M_{4P}	○	●	1	2×3.0 = 6.0	41.3	—
	4L		M_{4L}			1			

○ ZELENO

● CRVENO

ODABRANO: S = 60 sec.

$$\frac{Z_i}{S} = \frac{M_i}{b_i} \cdot \frac{1}{\frac{M_I}{b_I} + \frac{M_{II}}{b_{II}}} = \frac{M_i}{b_i} \cdot \frac{1}{54.8 + 63.3} = \frac{M_i}{b_i} \cdot \frac{1}{118.1}$$

$$\frac{Z_I}{S} = 54.8 \cdot \frac{1}{118.1} = 0.464, \quad Z_I = S \cdot \frac{Z_I}{S} = 60 \cdot 0,464 = 27.8 \text{ sec.}$$

$$\frac{Z_{II}}{S} = 63.3 \cdot \frac{1}{118.1} = 0.536, \quad Z_{II} = S \cdot \frac{Z_{II}}{S} = 60 \cdot 0,536 = 32.2 \text{ ,,}$$

$$Z = 60.0 \text{ sec.}$$

NETO ZELENA VREMENA:

$$Z_I = 27.8 - 4 \doteq 24 \text{ sec.}$$

$$Z_{II} = 32.2 - 3 \doteq 29 \text{ ,,}$$

$$S = 24 + 29 + 4 + 3 = 60 \text{ sec.}$$

$$\frac{Z_I}{S} = \frac{24}{60} = 0,400$$

$$\frac{Z_{II}}{S} = \frac{29}{60} = 0,483$$

Tabela II: Proračun propusne moći

PRIVOZ				ZELENO VRIJEME			PROMET JEDNOG PRIVOZA									POSEBNE TRAKE ZA SKRETANJE				REZULTAT			
BR	SKICA	OSEBINE	ŠIRINA	FAZA	Z/S	ZELENO VRIJEME	OSNOVNA PROPUSNA MOĆ	KOREKCIONI FAKTORI: DESNI PROMET $1+\frac{0,5\cdot(10-D)}{100}$			LIJEVI PROMET $1+\frac{10-L}{100}$			UKUPNI FAKTOR	REDUCIRANA PROPUSNA MOĆ	max M_D: 600	$\frac{N \cdot L_D \cdot S}{L_v \cdot Z}$	max M_L: 600	$1200 - M_D'$	PROPUSNA MOĆ PRIVOZA	SADAŠNJI PROMET	RAZLIKA ±	MOGUĆNOST POVEĆANJA ±
			b [m]			Z [sec.]	[aut./h]	D %	0,5·(10-D)	f_D	L %	10-L	f_L	$f_U = f_D \cdot f_L$	[aut./h]	[aut/h]	,,	,,	,,	[aut./h]	,,	,,	± %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
①		1(P+D)	3,0	II	0,483	29	640	7.9	2.05	1.02	0	10	1,10	1,12	717					346	190	+156	+82
		1L	3,0															600	(1080)	290	70	+220	+315
②		1(P+D)	3,0	I	0,400	24	1350	0,3	4,85	1,05	0	10	1,10	1,155	1560					625	329	+296	+90
		1(P+L)	3,0																				
③		1(P+D+L)	3.0	II	0,483	29	640	5,5	2.25	1.023	18.0	-8	0,92	0,941	602					291	183	+108	[+59]
④		1D	3,0													600	(790)			240	72	+168	+233
		1P	3,0	I	0.400	24																	
		1(P+L)	3,0				1350	0	5	1,05	4,8	-5,2	0.948	0,995	1342					537	248	+289	+116

ljanja (dužina tramvajskog vlaka sa 2 prikolice je 36,20 m), ne ometaju vozilima koja oskreću desno da koriste posebnu traku za skretanje.

Na sličan način trebalo bi urediti i ostala križanja na Savskoj cesti, od Ilice do Savskog mosta, te uskladiti njihove signalne cikluse i faze sa svrhom dobivanja progresivno koordinirane signalizacije (zeleni val).

6. UPOTREBLJENA LITERATURA

1. Korte, Mäcke, Leutzbach: »Die Leistungsfähigkeit von Verkehrsanlagen des motorisierten Strassenverkehrs«, Westdeutscher Verlag, Köln/Opladen, 1956.

2. Leibbrand: »Verkehrs-Ingenieurwesen«, Birkhäuser-Verlag, Basel/Stuttgart, 1957.

3. Korte: »Grundlagen der Strassenverkehrsplanung in Stadt und Land«, Bauverlag G. m. b. H., Wiesbaden/Berlin, 1958.

4. Korte: »Stadtverkehr, gestern, heute, morgen«, Springer-Verlag, (Göttingen) Heidelberg, 1959.

5. Korte, Mäcke, Lapierre: »Gestaltung von Strassenverkehrsanlagen, 1. Teil: Kreuzungsanlagen«, Westdeutscher Verlag, Köln/Opladen, 1959.

6. »Fahrbahnmarkierungen und Leiteinrichtungen«, Erich Schmidt Verlag, Berlin (Bielefeld) München, 1959.

7. Urbanistički zavod grada Zagreba:

»Prvo brojenje saobraćaja u gradu Zagrebu 14. i 15. XI 1958.«

»Prvo dopunsko brojenje vozila u gradu Zagrebu 27. IV 1961.«

Drugo brojenje saobraćaja u gradu Zagrebu 18. i 19. VI 1959.«

»Drugo dopunsko brojenje vozila u gradu Zagrebu 19. VII 1962.«

TEMELJI U OBLIKU BLOKOVA POD DINAMIČKIM DJELOVANJEM VERTIKALNIH SILA

Prof. **Vasilije Andrejev**, Zagreb

Ovaj članak je nastavak od [1] i čini s njime cjelinu, u kojoj je s jednog određenog stanovišta provedeno tretiranje oscilacija bloka temelja i vibriranje tla ispod njega. Tretiranje je provedeno u obliku, koji je pristupačan na nivou elementarnog kursa iz teorije oscilacija i vibracija.

1. Djelovanje harmonijske sile

U [1] je promatran opći razvoj u rješavanju problema djelovanja dinamičkih sila na blok-temelj općenito, a detaljnije je analiziran slučaj djelovanja horizontalnih sila i momenata. Ostajući na istom stanovištu u odnosu na bazu rješavanja problema, ovdje će se nešto detaljnije analizirati slučaj djelovanja vertikalnih sila. Dakle polazimo od Ehlersove hipoteze i od njegove diferencijalne jednadžbe

$$\frac{\delta^2 w}{\delta t^2} = \frac{E}{\varrho}\left(\frac{2}{z} \cdot \frac{\delta w}{\delta z} + \frac{\delta^2 w}{\delta z^2}\right) \qquad (1)$$

Ta ista jednadžba u drugom obliku je

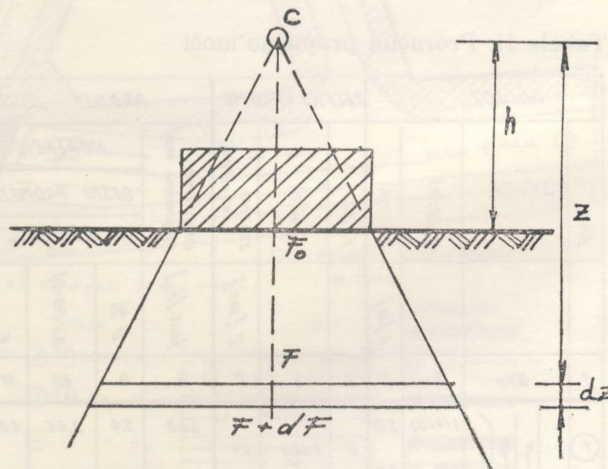
$$\frac{\delta^2 (w z)}{\delta t^2} = c^2 \cdot \frac{\delta^2 (w z)}{\delta z^2}. \qquad (2)$$

gdje je E modul elastičnosti sredine (tlo), a ϱ je gustoća, dok je

$$c = \sqrt{\frac{E}{\varsigma}} \qquad (3)$$

brzina rasprostiranja vala, z je vertikalna koordinata (v. sl. 1.), a w je vertikalni elastični pomak čestica.

Gornja diferencijalna jednadžba opisuje vibraciono gibanje tla ispod temelja, a izvedeno je uz Ehlersovu pretpostavku da tlo ispod temelja sudjeluje u obliku usječenog konusa odnosno piramide, sl. 1. Podlogu i opravdanje za takvu pretpostavku daje statičko ponašanje tla ispod temelja, što je detaljnije opisano u [1]. Tamo je isto naglašeno



Sl. 1.

šeno da je Ehlers rješenje svoje diferencijalne jednadžbe dao u obliku, do kojeg je on došao jednim preskokom uzevši rješenje, koje zadovoljava jednadžbu valnog gibanja, no međutim do rješenja se može doći i tako da se jednadžba (2) prikaže u vidu obične diferencijalne jednadžbe (ne parcijalne), a u tom slučaju čitav postupak postaje jednostavniji i pristupačniji za inžinjersku praksu, što je i svrha ovog izlaganja.

a) Slučaj jednostepenog temelja

Neka na temelj na sl. 2. djeluje vertikalna sila P = P(t). Jednadžba fiktivne ravnoteže je

$$I + R_0 + P(t) = 0, \quad (4)$$

gdje je I sila inercije

$$I = -M \frac{\delta^2 w}{\delta t^2}_{(z=h)}, \quad (5)$$

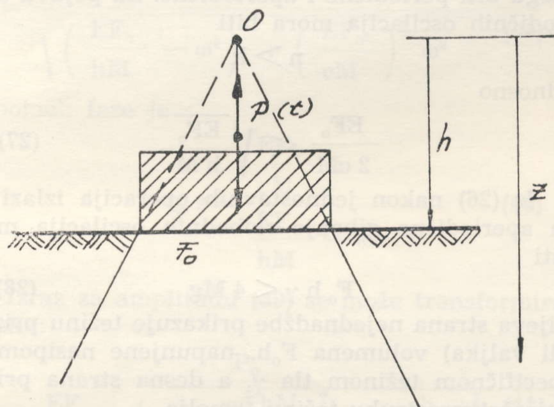
R_0 je otpor:

$$R_0 = EF_0 \frac{\delta w}{\delta z}_{(z=h)} \quad (6)$$

Ovdje je

$$\frac{\delta w}{\delta z} = \varepsilon_z \quad (7)$$

relativna deformacija u smjeru osi z, tj. linearna dilatacija sredine u tom smjeru, $E\varepsilon$ je naprezanje u tom smjeru, a izraz $E\varepsilon F_0 = R_0$ je elastični otpor podloge (tla).



Sl. 2.

Poznato je (D'Alembertovo rješenje) da tu jednadžu valnog gibanja zadovoljava svako rješenje

$$w = \frac{1}{z} f(ct - z) + \frac{1}{z} F(ct + z), \quad (8)$$

u kojem prvi član na desnoj strani prikazuje emisione valove, a drugi reflektirane. Emisioni valovi u homogenoj neograničenoj sredini neće imati refleksija, ali u slojistoj sredini bit će reflektiranje i preloma valova. U takvoj sredini, kod koso položenih slojeva, od vala jedne vrste (longitudinalnog ili transverzalnog) nastaju četiri vala i to od longitudinalnog nastaje jedan reflektirani longitudinalni, jedan reflektirani transverzalni, jedan prelomni longitudinalni i jedan prelomni transverzalni, dakle svega 4 vala, a pri tome nastaju i fazni pomaci valova.

Kod kosog padanja transverzalnog vala mogu nastati isto tako četiri vala, od kojih su dva transverzalna i dva longitudinalna, ali u posebnim slučajevima jedan koso padajući transverzalni val može prouzrokovati nastajanje samo dvaju valova: jednog reflektiranog i jednog prelomnog transverzalnog.

Ako elastični val pada normalno na sloj, može nastati samo prelaz vala u drugu sredinu, no može pored toga nastati i djelomična refleksija, što zavisi od karakteristične impedance ϱc dvaju susjednih slojeva.

Diferencijalna jednadžba (1) odnosno (2) dobivena je uz pretpostavku koničnog odnosno difuzornog gibanja sredine, ali ta ista jednadžba opisuje i sferno valno gibanje pa prema tome po karakteru gibanja čestica u valovima, koji se dobiju kao rješenje te jednadžbe, možemo zaključiti da će oni biti bliže longitudinalnim valovima, što znači da će se oni reflektirati i prelamati slično tim valovima.

Iz izloženog kratkog opisa valnog gibanja samo sa kvalitativne strane postaje jasno da matematsko obuhvatanje valnog gibanja u prilikama, u kojima se susrećemo sa slojistom sredinom (osobito sa kosim slojevima), praktički postaje neizvedivo pa ćemo zato naše promatranje ograničiti samo na slučajeve, kada reflektiranih valova nema te u rješenju (8) na desnoj strani ostaje samo prvi član, koji prikazuje emisione valove.* Dakle uzima se da je

$$w = \frac{1}{z} f(ct - z) \quad (9)$$

U takvom slučaju je

$$\frac{\partial w}{\partial z} = -\frac{1}{z^2} f(r) + \frac{1}{z} \frac{df}{dr} \frac{\partial r}{\partial z},$$

gdje je za r označen ukupni argument funkcije f (ct — z), tj.

$$r = ct - z \quad (10)$$

Tako se dobiva

$$\frac{\partial w}{\partial z} = -\frac{1}{z^2} f(r) - \frac{1}{z} f'(r) \quad (11)$$

Za formiranje relacije (5) trebamo $\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}$, što dobivamo iz (9) uzimajući u obzir zamjenu (10):

$$\frac{\partial w}{\partial t} = \frac{1}{z} \frac{df}{dr} \frac{\partial r}{\partial t} = \frac{c}{z} f'(r) \quad (12)$$

$$\frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = \frac{c}{z} \frac{d^2 f}{dr^2} \frac{\partial r}{\partial t} = \frac{c^2}{z} f''(r) \quad (13)$$

Sada relacija (5) glasi:

$$I = -M \frac{c^2}{z} f''(r)_{(za\ z = h)} \quad (14)$$

Između derivacija f(r) po r i t, uzevši u obzir (10), možemo izvesti ove relacije:

$$\frac{\partial f}{\partial t} = \frac{df}{dr} \cdot \frac{\partial r}{\partial t} = f'(r)\, c \text{ i } f'(r) = \frac{\dot f}{c} \quad (15)$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial z^2} = c \frac{df'(r)}{dr} \cdot \frac{\partial r}{\partial z} = c^2 f''(r)$$

$$f''(r) = \frac{\ddot f}{c^2}, \quad (16)$$

gdje su $\dot f$ i $\ddot f$ oznake za derivacije po vremenu.

* U takve slučaje možemo ubrojiti i one, u kojima hohogeni sloj ide do relativno velike dubine te reflektirani valovi mogu dospjeti do izvora eksitacije sa zanemarljivo malom energijom.

Sada se izraz (14) može ovako napisati:

$$I = -M\frac{c^2}{z}\frac{\ddot f}{c^2} = -\frac{M}{z}\ddot f$$

odnosno za $z = h$ je

$$I_{(z=h)} = -\frac{M}{h}\ddot f \qquad (17)$$

Otpor iz (6) se sada u vezi sa (11) može prikazati u ovom obliku:

$$R_0 = EF_0\frac{\partial w}{\partial z} = -EF_0\left[\frac{1}{z^2}f(r) + \frac{1}{z}f'(r)\right], \qquad (18)$$

$$R_0 = -EF_0\left(\frac{1}{z^2}f + \frac{1}{z}\frac{\dot f}{c}\right)$$

$$(z = h)$$

odnosno

$$R_0 = -EF_0\left(\frac{f}{h^2} + \frac{\dot f}{ch}\right) \qquad (19)$$

Jednadžba ravnoteže (4) sada će poprimiti ovaj oblik:

$$-\frac{M}{h}\ddot f - \frac{EF_0}{ch}\dot f - \frac{EF_0}{h^2}f + P(t) = 0$$

odnosno

$$\ddot f + \frac{EF_0}{cM}\dot f + \frac{EF_0}{Mh}f = \frac{h}{M}P(t) \qquad (20)$$

Budući da je jednadžba (20) sastavljena za $z = h$, funkcija f je $f(ct - h)$, tj. funkcija samo argumenta t.

Nama su potrebe amplitude oscilacija, a iz (9) se vidi da su to

$$w = \frac{f}{h} \qquad (21)$$

za $z = h$. U vezi s tim jednadžba (20) poprimit će oblik,

$$\ddot w + \frac{EF_0}{cM}\dot w + \frac{EF_0}{hM}w = \frac{P(t)}{M}, \qquad (22)$$

koji je potpuno analogan obliku diferencijalne jednadžbe jednostepenog prigušenog sistema, koja se u običnom kursu mehanike daje u ovom obliku:

$$\ddot x + 2n\dot x + k^2x = \frac{H(t)}{m} \qquad (23)$$

Komparirajući gornje jednadžbe, vidimo da je

1) koeficijent prigušenja

$$n = \frac{EF_0}{2cM}, \qquad (24)$$

2) kružna frekvencija slobdnih oscilacija

$$k^2 = \frac{EF_0}{hM}, \qquad (25)$$

3) »konstanta opruge«, tj. koeficijent, koji karakterizira elastičnost podloge

$$C = \frac{EF_0}{h} \qquad (26)$$

Sve veličine (24), (25) i (26) su iste, kao što su u Ehlersovom rješenju.

Time je problem dinamičkog opterećenja blok-temelja na elastičnom tlu sveden na najjednostavniji i najpristupačniji oblik, koji se navodi u svakom normalnom kursu mehanike na tehničkim fakultetima.

U sve prije navedene karakteristične veličine ulazi veličina h. O njezinom određivanju i značenju izloženo je detaljnije u [1], a obično se ona uzima po formuli $h = \sqrt{F_0}$.

Prigušenje u (22), izraženo koeficijentom (24), nastaje zbog toga, što u jednadžbi (9) nema povratnih (reflektiranih valova), a prema tome nastaje gubitak energije u sistemu, koji se izražava drugim članom jednadžbe (22).

Jednadžba (22) bez desne strane opisuje slobodne oscilacije, koje moraju biti prigušene, ali mogu biti periodične i aperiodične. Za pojavu aperiodičnih oscilacija mora biti

$$n > k$$

odnosno

$$\frac{EF_0}{2cM} < \sqrt{\frac{EF_0}{hM}} \qquad (27)$$

Iz (26) nakon jednostavnih operacija izlazi da za aperiodično gibanje slobodnih oscilacija mora biti

$$F_0 h\gamma \leq 4Mg \qquad (28)$$

Lijeva strana nejednadžbe prikazuje težinu prizme (ili valjka) volumena F_0h, napunjene nasipom sa specifičnom težinom tla γ, a desna strana prikazuje četverostruku težinu temelja.

Ako uvedemo oznake

$$F_0h\cdot\gamma = K \quad \text{i} \quad Mg = Q \qquad (29)$$

onda kriterij za aperiodično gibanje izrazit će se nejednadžbom

$$K \geqq 4Q \qquad (28a)$$

Kod aperiodičnosti slobodnih oscilacija nema opasnosti od rezonancije.

Obično se radi o harmonijskim silama, te se može uzeti da je

$$P(t) = P_0\sin\omega t, \qquad (30)$$

a stavljajući

$$\frac{P_0}{M} = p_0 \qquad (31)$$

dobit ćemo jednadžbu (22) u ovom obliku:

$$\ddot w + \frac{EF_0}{cM}\dot w + \frac{EF_0}{hM}w = p_0\sin\omega t \qquad (32)$$

Slobodne oscilacije (ukoliko one postoje) dobit će se kao rješenje homogene jednadžbe (32) u obliku

$$w = e^{\left(\frac{EF_0}{2cM}\right)t}\,[C_1\cos k't + C_2\sin k't], \qquad (33)$$

gdje je

$$k' = \sqrt{k^2 - n^2} = \sqrt{\frac{EF_0}{hM} - \left(\frac{EF_0}{2cM}\right)^2} \qquad (34)$$

a stacionarne prisilne oscilacije iz (32) prikazat ćemo izrazom

$$w = D_1 \cos \omega t + D_2 \sin \omega t, \qquad (35)$$

pri čemu dobivamo:

$$D_1 = -p_o \frac{\frac{EF_o}{cM}\omega}{\left(\frac{EF_o}{hM} - \omega^2\right)^2 + \left(\frac{EF_o}{cM}\right)^2 \omega^2} \qquad (36)$$

$$D_2 = p_o \frac{\frac{EF_o}{hM} - \omega^2}{\left(\frac{EF_o}{hM} - \omega^2\right)^2 + \left(\frac{EF_o}{cM}\right)^2 \omega^2} \qquad (37)$$

Rješenje (35) se može prikazati i u obliku

$$w = A \sin(\omega t - \varepsilon) \qquad (38)$$

pri čemu je amplituda

$$A = \frac{p_o}{\sqrt{\left(\frac{EF_o}{hM} - \omega^2\right)^2 + \left(\frac{EF_o}{cM}\right)^2 \omega^2}} \qquad (39)$$

a pomak faze je

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{\frac{EF_o}{cM}\omega}{\frac{EF_o}{hM} - \omega^2} \qquad (40)$$

Izraz za amplitudu (39) se može transformirati ovako:

$$A = \frac{P_o}{\frac{EF_o}{h}\sqrt{\left(1 - \frac{\omega^2 hM}{EF_o}\right)^2 + \left(\frac{\omega h}{c}\right)^2}} \qquad (41)$$

S obzirom na (26) razlomak $\frac{P_o}{\left(\frac{EF_o}{h}\right)}$ se može tretirati kao amplituda od statičkog djelovanja sile P_o, tj.

$$\frac{P_o}{\left(\frac{EF_o}{h}\right)} = A_{st}, \qquad (42)$$

a u tom slučaju (41) se može ovako napisati:

$$A = A_{st} \cdot \mu, \qquad (43)$$

gdje će μ biti dinamički koeficijent

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \frac{\omega^2 hM}{EF_o}\right)^2 + \left(\frac{\omega h}{c}\right)^2}} \qquad (44)$$

Za slučaj rezonancije je

$$\mu_{rez} = \frac{c}{\omega h} \qquad (45)$$

i

$$A_{rez} = \frac{P_o c}{\omega EF_o} \qquad (46)$$

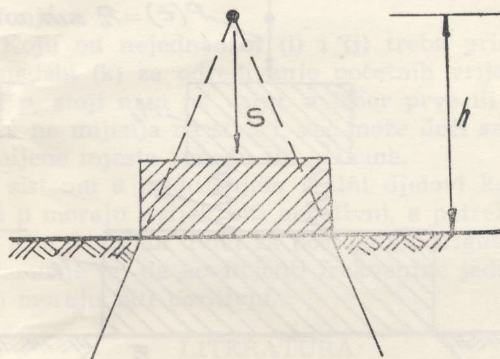
dok se faza u rezonanciji dobije iz

$$\operatorname{tg} \varepsilon_{rez} = \infty, \text{ tj. } \varepsilon = \frac{\pi}{2}. \qquad (47)$$

Rješenje (35) ili (38) daje veličine elastičnih pomaka neposredno ispod temelja tj. za $z = h$, no pomoću tih pomaka možemo izraziti pomake u svakoj dubini što se vidi iz (2) i (9).

2. Djelovanje vertikalnog impulsa

Ovdje ćemo promatrati samo djelovanje kratkotrajnih impulsa S. Od djelovanja takvog centričnog impulsa (sl. 3.), blok dobije početnu brzinu



Sl. 3.

$v_o = \frac{S}{M}$ i dalje izvodi slobodno prigušeno osciliranje, koje se opisuje jednadžbom (33), u kojoj treba odrediti konstante C_1 i C_2 iz ovih početnih uvjeta:

1. za $t = o$ je $w = o$

2. za $t = o$ je $\dot{w} = v_o$

Iz uvjeta 1. slijedi $C_1 = o$, a iz uvjeta 2. izlazi da je

$$C_2 = \frac{V_o}{k'} = \frac{S}{k' M}, \qquad (48)$$

Pri čemu je k' određeno formulom (34).

Dakle slobodno prigušeno osciliranje blok-temelja na tlu izvodit će se po formuli:

$$w = \frac{S}{k'M} \cdot e^{-\left(\frac{EF_o}{2\,cM}\right)t} \cdot \sin k't \qquad (49)$$

Sam po sebi gornji izraz ne daje mnogo, jer se u pravilu temelji pod strojevima ne izlažu djelovanju udara, ali taj izraz može poslužiti za eksperimentalnu kontrolu odabranih i pomoću njih određenih veličina, a to su:

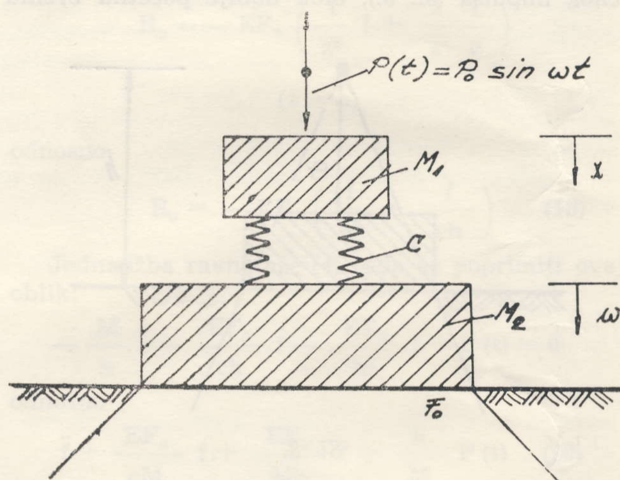
$$h, E, c = \sqrt{\frac{E}{\varrho}},\ k' = \sqrt{\frac{EF_o}{hM} - \left(\frac{EF_o}{2\,cM}\right)^2},$$

$$T' = \frac{2\pi}{k'}.$$

Djelovanje kratkotrajnog impulsa na veći blok nije teško proizvesti padom relativno male mase sa veće visine na blok, a zatim nastupajući dijagram prigušenih oscilacija se može bez poteškoća fotografirati sa ekrana osciloskopa. Analiza dijagrama pokazat će kompatibilnost ili nekompatibilnost gore navedenih veličina.

3. Dvostepeni temelj pod djelovanjem vertikalne harmonijske sile

Pretpostavlja se da jedan blok leži neposredno na tlu, dok je drugi elastično spojen s njim (sl. 4.).



Sl. 4.

Diferencijalne jednadžbe oscilatornog gibanja bit će:

$$\left.\begin{array}{l} M_1\ddot{x} + Cx - Cw = P(t), \\ M_2\ddot{w} + Cw - Cx - R = o, \end{array}\right\} \quad (50)$$

gdje je R otpor tla, a određen je izrazom (19), u koji treba uvrstiti zamjenu (21). S tom zamjenom je

$$-R = +EF_o\left(\frac{w}{h} + \frac{\dot{w}}{c}\right), \quad (51)$$

a uvrštavajući taj izraz u (50), dobivamo taj sistem jednadžbi u ovom obliku

$$\left.\begin{array}{l} M_1\ddot{x} + Cx - Cw = P_o \sin \omega t \\ M_2\ddot{w} + \frac{EF_o}{c}\dot{w} + w\left(C + \frac{EF_o}{h}\right) - Cx = o \end{array}\right\} \quad (52)$$

Jednadžbe (50) odnosno (52) sastavljene su sa pretpostavkom da nema prigušenja mase M_1. Ako bi bio uvršten uređaj za takvo prigušenje, pojavio bi se još po jedan član u svakoj od tih jednadžbi, koji bi sadržavao brzine $\dot{x}$ i $\dot{w}$.

Obično su u prvom redu potrebne kružne frekvencije slobodnih oscilacija sistema (52), zbog ispitivanja mogućnosti rezonancije. U tu svrhu je potrebno potražiti rješenje homogenog sistema (52), tj. sistema

$$\left.\begin{array}{l} M_1\ddot{x} + Cx - Cw = o \\ M_2\ddot{w} + \frac{EF_o}{c}\dot{w} + \left(C + \frac{EF_o}{h}\right) w - Cx = o \end{array}\right\} \quad (53)$$

Detaljnije objašnjenje za provođenje rješenja homogenog i nehomogenog sistema dano je u [1], a ovdje ćemo se zadržati samo na nekim osobitostima frekventne jednadžbe, koja će se dobiti iz (53), ako se tamo uvrsti

$$x = ae^{rt} \text{ i } w = be^{rt} \quad (54)$$

Frekventna jednadžba dobit će se iz determinante sistema 53), koju treba staviti jednakom nuli i ona će glasiti:

$$r^4 + \frac{EF_o}{M_2 c} r^3 + \left[\frac{M_1 + M_2}{M_1 M_2} C + \frac{EF_o}{hM_2}\right] r^2 + \frac{CEF_o}{cM_1 M_2} r + \frac{C}{M_1 M_2} \cdot \frac{EF_o}{h} = o \quad (55)$$

Budući da oscilatorni sistem ima prigušenja, jednadžba (55) ima kompleksne korjene, koji se zovu i kompleksnim frekvencijama, u obliku

$$r_j = -n_j \pm ik_j, \; (j = 1, 2, \ldots)$$

gdje će $-n_j$ biti koeficijent prigušenja, a k_j će biti kružna frekvencija slobodnih oscilacija, što se vidi iz ovih razlaganja:

konjugirano kompleksnom korjenu s indeksom j odgovara rješenje

$$x_j = A_j' e^{(-nj+ikj)t} + B_j' e^{(-nj-ikj)t} = e^{-njt} A_j'(\cos k_j t + i \sin k_j t) + e^{-njt} B_j'(\cos k_j t - i \sin k_j t) = e^{-njt} [(A_j' + B_j') \cos k_j t + i (A_j' - B_j') \sin k_j t]$$

Zamjenjujući konstante

$$A_j' + B_j' = A_j$$
$$i (A_j' - B_j) = B_j$$

dobivamo

$$x_j = e^{-nj\,t} (A_j \cos k_j t + B_j \sin k_j t)$$

Poslijednji izraz za svaki indeks nepoznanice j (koji prikazuje redni broj korjena frekventne jednadžbe, odnosno redni broj frekvencije) prikazuje prigušeno osciliranje s koeficjentom prigušenja n_j i kružnom frekvencijom k_j. Opće rješenje dobije se superpozicijom rješenja za pojedine korjene frekventne jednadžbe.

Za rješenje frekventnih jednadžbi tipa (55) i višeg stepena, tj. za određivanje konjugirano kompleksnih korijena, postoje različiti postupci u primijenjenoj matematici. Najpoznatiji je od njih postupak Graeffe-Lobačevskij, koji je u poboljšanom obliku poznat kao postupak Brodetsky i Smeal. U »Glasniku matematičko-fizičkom i astronomskom« br. 3—4, 1961. g. Zagreb, objavljen je postupak potpisanog autora, koji dozvoljava određivanje korjena u parovima.

U specijalnom slučaju frekventne jednadžbe 4. stepena s konjugirano kompleksnim korijenima se može s uspjehom primijeniti ovaj aproksimativan postupak, koji se sastoji od sasvim jednostavnih operacija.

Ako konjugiramo kompleksne korijene prikažemo kao

$$r_1 = m + ik,$$
$$r_2 = m - ik,$$
$$r_3 = p + iq,$$
$$r_4 = p - iq,$$

a frekventnu jednadžbu napišemo u obliku

$$r^4 + t_3 r^3 + t_2 r^2 + t_1 r + t_0 = o,$$

onda po Vietinom pravilu o vezi između koeficjenata i korijena jednadžbe dobivamo ove 4 jednadžbe:

$$\left.\begin{aligned} &1.\ -2\,(m + p) = t_3 \\ &2.\ (m^2 + k^2) + (p^2 + q^2) + 4\,mp = t_2 \\ &3.\ -2\,[p\,(m^2 + k^2) + m\,(p^2 + q^2)] = t_1 \\ &4.\ (m^2 + k^2)\,(p^2 + q^2) = t_0 \end{aligned}\right\} \quad (A)$$

Stavimo li dalje

$$t_2 - 4\,mp = t_2' \qquad (a)$$
$$m^2 + k^2 = x_1 \qquad (b)$$
$$p^2 + q^2 = x_2, \qquad (c)$$

onda iz druge i četvrte jednadžbe izlazi:

$$x_{1,2} = \frac{t_2'}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{t_2'}{2}\right)^2 - t_0} \qquad (d)$$

Korijeni x_1 i x_2 moraju biti pozitivni pa zbog toga mora postojati ova nejednakost:

$$\left(\frac{t_2'}{2}\right)^2 - t_0 > o \qquad (e)$$

Treba imati u vidu da je $t_0 > o$, a onda navedene nejednakosti možemo ovako napisati:

$$\frac{t_2'}{2} > \sqrt{t_0},$$

odnosno $t_2 - 4\,mp > 2\sqrt{t_0}$ (f)

Kvadriranjem 1. jednadžbe iz (a) dobivamo:

$$m^2 + p^2 + 2\,mp = \left(\frac{t_3}{2}\right)^2 \qquad (g)$$

a zbrajanjem (g) sa (f) nastaje nejednakost

$$(m - p)^2 > \frac{t_3^2}{4} + 2\,t_0 - t_2. \qquad (h)$$

a odatle slijedi:

$$m - p > + \sqrt{\frac{t_3^2}{4} + 2\sqrt{t_0} - t_2} \qquad (i)$$

$$m - p < - \sqrt{\frac{t_3^2}{4} + 2\sqrt{t_0} - t_2} \qquad (j)$$

Jedna od nejednakosti (i) ili (j) i prava jednadžba

$$m + p = -\frac{t_3}{2} \qquad (k)$$

mogu poslužiti za određivanje približnih početnih vrijednosti m i p i $t_2' = t_2 - 4mp$, a zatim pomoću (d) se određuju pomoćne vrijednosti x_1 i x_2 iz (b) i (c), a nakon toga kontrolira se sistem (A). On neće biti zadovoljen s prvim aproksimacijama, ali će se već kod prvog ili drugog koraka vidjeti na koju stranu treba ići s početnom vrijednošću m — p pa tako se nakon 3—4 koraka dobije zadovoljavajuće rješenje.

Koju od nejednadžbi (i) i (j) treba pridružiti jednadžbi (k) za određivanje početnih vrijednosti m i p, stoji nam na volju, a izbor prve ili druge ništa ne mijenja na stvari, već može doći samo do zamijene mjesta između tih veličina.

U sistemu s prigušenjem realni djelovi korijena m i p moraju uvijek biti negativni, a potreban ali još nije dovoljan uvjet za postojanje prigušenja u sistemu je taj da koeficjenti frekventne jednadžbe (55) moraju biti pozitivni.

LITERATURA:

[1.] V. Andrejev, »Temelji u obliku blokova pod dinamičkim djelovanjem sila« Građevinar br. 12, 1959. g. Zagreb.

[2.] G. Ehlers, »Der Baugrund als Federung in schwingenden Systemen«, Beton und Eisen, br. 21/22. 1942.

ISPRAVAK

»Temelji u obliku blokova pod dinamičkim djelovanjem sila« V. Andrejev, »Građevinar« br. 12, 1959:

1. Jednadžba (1.9) treba da glasi:

$$\frac{\partial^2 (wz)}{\partial t^2} = \frac{E}{\varsigma} \cdot \frac{\partial^2 (wz)}{\partial z^2}$$

2. Jednadžba (1.9a) treba da glasi:

$$\frac{E}{\int} = c_0^{\,2}$$

3. Jednadžba (1.11) treba da glasi:

$$\frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = \frac{\mu}{\varsigma} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial z^2}$$

V. Andrejev

MALTERI I ŽBUKE

Ing. **Kuzma Franulović**, Zagreb

Malteri i žbuke predstavljaju posebno važno područje materijala koji se primjenjuju u građevinarstvu. Rad sa njima uglavnom se bazira na domaćim i stranim iskustvima. Njihovo proučavanje na naučnim osnovama s obzirom na naše materijale, atmosferske prilike, tehničke mogućnosti i ekonomske uslove gotovo nije dodirnuto.

Problemi izrade maltera i izvedbe žbuka mnogo su složeniji nego što je to slučaj kod betona i zahtijevaju vrlo stručan rad i specijalizirano radnu snagu. Kod nas se još uvijek primjenjuju gotovo 100% tradicionalni malteri i žbuke sa tradicionalnim veznim sredstvima (cement, bijelo vapno). Čak se hidraulično vapno rijetko ili gotovo nikako ne primjenjuje.

Zato će ova materija biti predmet obrade stranih naučnih i praktičnih iskustava. Za osnov je uzet materijal iz izvještaja o jednoj anketi članova

»Reunion Internationale des Laboratoires d'Essais et de Recherches sur les Materiaux et les Constructionis« (RILEM.) koji je obradio M. Dutron.

Podjela žbuke prema njihovoj namjeni i funkciji koju vrše u posebnim uslovima

Vanjska žbuka:

— uloga žbuka i tražena kvaliteta
— opći principi sastava i izvedbe žbuka
— sastav, debljina i izvedba različitih slojeva od kojih se sastoji žbuka
— žbuka na kompaktnom betonu
— patologija žbuka

Nutarnja žbuka:

— tražena svojstva
— sastav debljina i izvedba različitih slojeva od kojih se sastoji žbuka

Vanjske žbuke

Uloga žbuka i tražena kvaliteta

Od vanjskih žbuka traži se da pružaju površinama koje pokrivaju:

a) zaštitu proti vlažnosti i nevremena,
b) estetski izgled osobito kad ima zadatak da prekrije materijale u konstrukciji kojima nedostaje čista ljepota.

Tražena kvaliteta žbuke

a) da žbuka dobro prianja na svoju podlogu,
b) da bude dovoljno čvrsta za otpornost na udare bez ljuštenja i osipanja (da ne bude prhka),
c) da dobro odoljeva (da se dobro drži) pod djelovanjem skupljanja, nevremena i smrzavice,
d) da zaštićuje zid protiv vlažnosti i nevremena, zadržavajući dovoljnu sposobnost apsorbiranja i otpuštanja (evakuacije) vlažnosti,
e) da imaju površinsku teksturu (tkivo) i čistoću boje prema stepenu i prirodi zagađenja atmosfere, a u isto vrijeme da odgovore gledištima željene estetike.

Za ostvarenje ovog skupa svojstava potrebno je definirati:

a) uslove dobre izrade podloge za žbuku,
b) opće principe sastava i izvođenja žbuka:
— broj slojeva, njihovu ulogu,
— sastav, debljinu i izvedbu svakog od ovih slojeva,
c) brige koje treba posvetiti žbuci za vrijeme i poslije izvedbe,
d) opći principi sastava i izvođenja žbuka na beton te žbuka visoke nepropusnosti.

Opći principi sastava i izvođenja žbuka

1. Priprema podloge

U pripremu podloge spada:

— ostranjenje prašine, masnoća, čađi, gline, prljavštine i u prašinu raspadnutih dijelova itd., četkanjem i pranjem
— popravak oštećenih mjesta
— postizanje stanja hrapavosti otucanjem ili bušenjem suviše glatkih površina
— struganje spojeva stare žbuke ili izbočina na zidu
— ravnomjerno navlažavanje podloge, napajajući je do uočljivog trajanja upijanja vode.

U principu podloga treba da je dobro navlažena u dubinu, a relativno suha na površini. Stupanj navlaženja očito ovisi o prirodi podloge i o atmosferskim uslovima. Jedinstveni stupanj upijanja podloge je faktor dobre prionljivosti.

Najbolje su podloge one kod kojih su hrapavost i sposobnost upijanja vode preko kapilara dovoljni — bez da budu pretjerani — (opeka i lagani beton, dok su kavernozni betoni manje dobri). Naprotiv glatki materijali i materijali sa slabim upijanjem vode prouzrokuju lošiju prionljivost (primjer: kompaktna mašinska opeka, gust beton sa glatkim površinama). Podloge iz materijala koji se jako deformiraju ili su sa vrlo velikim skupljanjem mnogo su manje prikladne.

U heterogenim podlogama, glatki dijelovi od drva, čelika ili armiranog betona npr. ugrađeni u zidove, zahtjevaju upotrebu nerđave rešetke za dobro pričvršćavanje vanjske žbuke.

2. Sastav žbuke

Žbuka treba biti zamišljena u pogledu sastava, broja slojeva i njihove izrade na način da skupno ujedinjuju osnovne kvalitete navedene na početku: prionljivost, dovoljnu čvrstoću bez značajnih pukotina i štetnih napuknuća površine, zaštitu zidova protiv vlage i nevremena, a da joj dozvoljava disanje — brigajući se o svojstvima površine.

Bit će teško zadovoljiti tačno jedne za drugim skupne kvalitete. Treba težiti da im se približimo povezujući se na stečena iskustva i izvršena ispitivanja. To dovodi do spoznaje da žbuka treba biti izvedena u više slojeva, a najmanje dva radije tri. Svaki od slojeva treba da ispuni određenu ulogu.

Bazirajući se na više racionalnom slučaju gdje se žbuka sastoji od tri sloja evo kako se može definimati njena uloga i u principu ustanoviti njen sastav.

Prvi sloj — podsloj ili vezujući sloj ima za zadatak što boljeg prianjanja (pričvršćenja) uz podlogu i njenu zaštitu od prodiranja vlage i kišnice. On će ispuniti svrhu ako je bogat na vezivu, ako je što tanji, a pomogućnosti dovoljno tečan da dobro prodre u podlogu na kojoj je zasnovan. Prije pokrivanja slijedećim slojem pustit će se sušiti jedno vrijeme koje je potrebno da izgubi veliku plastičnost bez nastupanja pukotina.

Također je dobro pustiti ga duže sušiti, a eventualne pukotine začepe se drugim slojem.

Drugi sloj — sačinjava čisto tijelo nazvano žbuka. Ono štiti podsloj od pukotina, a čini za dekorativni sloj podlogu što više ravnomjernu i jednoliko apsorbujuću. Ona će biti manje bogata sa vezivom, ali vrlo obradiva više granulometričkim sastavom pijeska i prirodom veziva nego količinom vode. Ovaj drugi sloj sa mnogo krupnijim frakcijama pijeska, čini čvrsti dio od kojega se

traži istovremeno dobra sposobnost upijanja i isparivanja vode (kišnice) i to na način što jednoličniji na cijeloj površini. Vanjska vlaga koja prodire kroz kapilare prouzrokuje bubrenje prianjajućeg podsloja bogatog na vezivu, dodjeljujući mu u tom momentu željenu nepropusnost. Propusnost zraka ovog podsloja (temeljnog) ostat će podmirena. Za vrijeme kasnijeg sušenja vraća ponovo mogućnost isparivanja nutarnje vlage podloge naročito proizvedene kondenzacijom.

Kroz ovaj sastav i svoju izvedbu, tijelo žbuke u pravom smislu riječi treba biti bez vidljivih pukotinica kojih će očito biti u dekorativnom sloju.

Tijelo žbuke može prema svojoj debljini biti izvedeno u dva ili više međuslojeva čime će se također neravnosti površine podloge otkloniti i izravnati.

Završni sloj — ovaj je sloj površinski i dekorativan. On treba da postigne dovoljnu čvrstoću na udar i otpornost protiv pretvaranja u prah. Podvrgnut direktnom utjecaju atmosferilija mora da ima izvjesnu kompaktnost strukture i teksture koje mu dozvoljavaju da postoji bez pukotina i bez mjenjanja izgleda.

Sastav, debljina izrada različitih slojeva žbuke

Sastavni dijelovi žbuke

Agregat

Upotrebljeni pijesci prvenstveno su prirodni okruglog ili slabo uglasta oblika kremenog ili vapnenog porijekla. Umjetni pijesci porijeklom iz drobljenih tvrdih stijena mogu biti također korisni ako su im granulometrijski sastavi podesni i bez pretjerano sitnog.

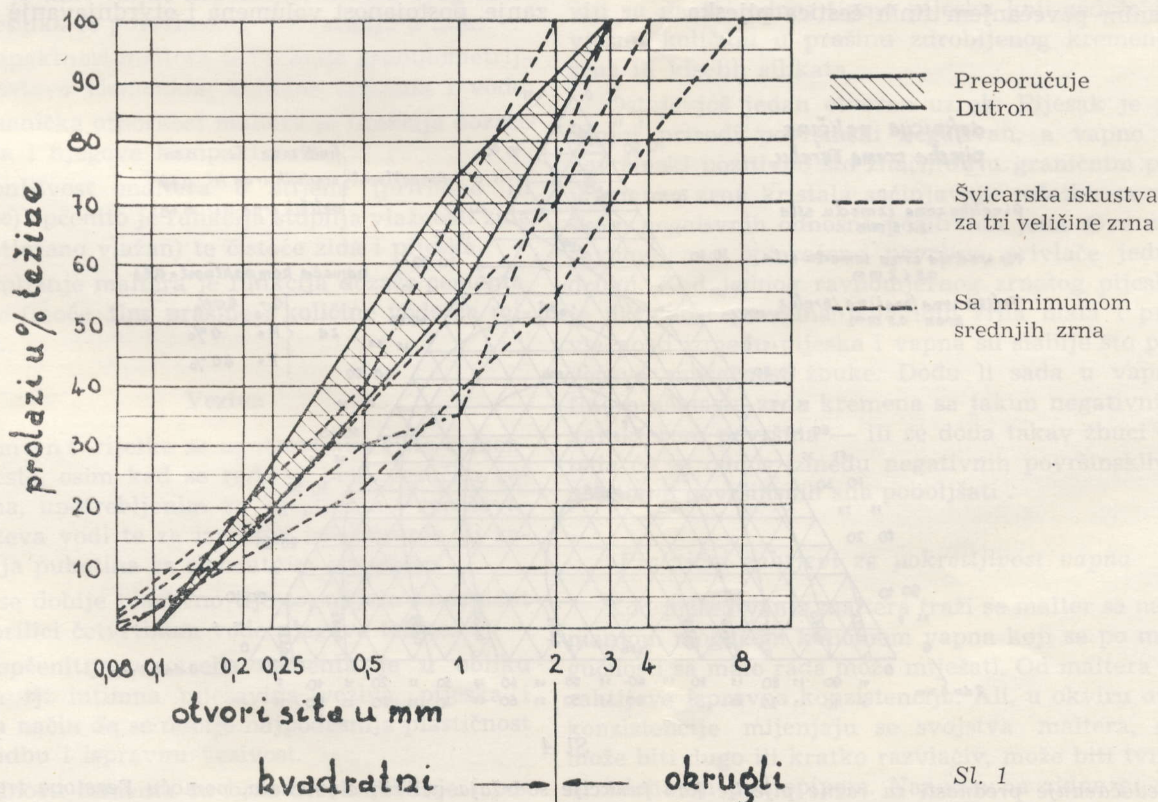
Prema propisima raznih zemalja smatraju se kao pijesci fini agregati čija zrna ne prelaze veličine 5—8 m/m ⌀. Najčešće upotrebljavani pijesak neće imati veću dimenziju zrna od 3 mm ⌀. Izvjesne žbuke mogu uza sve to sadržavati na površini i veća zrna od 8 m/m koja se svrstavaju u kategoriju šljunaka ili drobljenaca. Što je veće zrno agregata, to su otpornije žbuke na mehaničke osebine, a mnogo manja su im skupljanja.

Dekorativni sloj isključuje u mortu deblja zrna jer pojedini slojevi mogu imati debljinu koja odgovara 3 do 5 puta veličini največeg zrna. Nije potrebno upotrebiti pijesak čije maksimalno zrno prelazi 3 mm.

Granulometrija dobrog pijeska za žbuke mora biti proučena na isti način kao ona za beton da sadrži dovoljne odnose krupnih zrna sa jedne strane i finih zrna sa druge strane. Fina zrna sa vezivom treba da ispune šupljine krupnog pijeska i da daju mortu plasticitet i obradljivost za izvedbu.

Pravila granulometrije različita su za razne zemlje. Ona se mijenjaju naročito sa veličinom maksimalnog zrna i sa prirodom veziva.

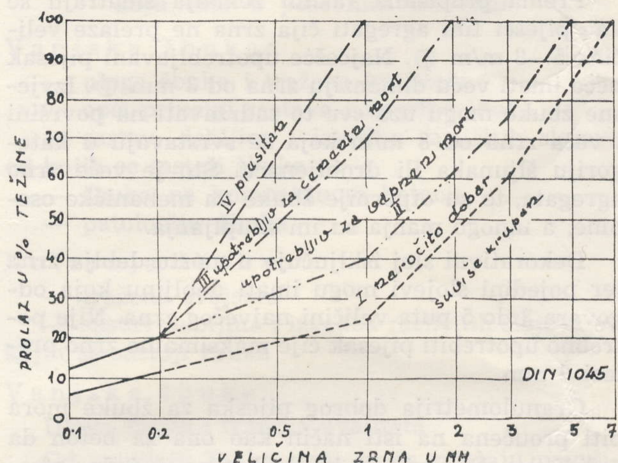
Ako učestvujući pijesak ima najveću dimenziju 3 m/m, mogu se dopustiti kao povoljan i granični odnosi grategorija.



Sl. 1

Zrna sadržana između 1 i 3 mm ⌀ min 25% max 45%

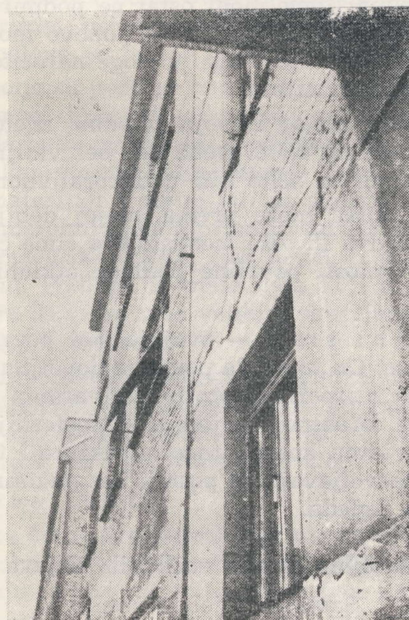
Zrna manja od 0,25 mm ⌀ 20—25%



Sl. 2

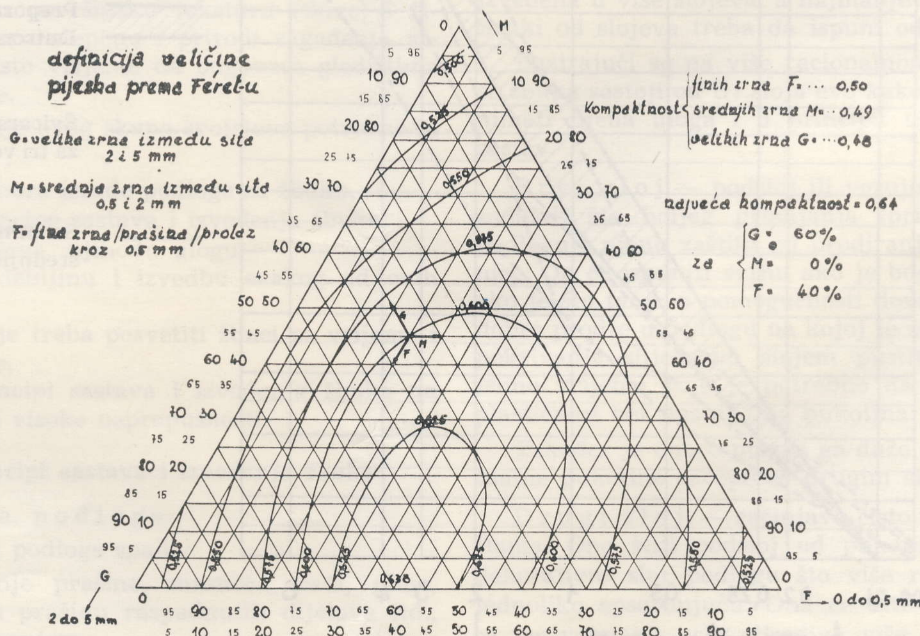
Takova granulacija nikad se ne nalazi u prirodnom pijesku a da se dobije, često je potrebno miješati dva ili više pijeska. Odnos finih zrna treba umanjiti sa povećanjem veziva. Ima u međuvremenu razlog za održavanje toga obzira jer sa jedne strane premasna žbuka mnogo je opasnija na pojave pukotina, a sa druge strane vrlo mršava žbuka nije dovoljno lagana za obradu. Korekcije ovog zadnjeg nedostatka ne trebaju biti postignute pretjeranim povećanjem finih čestica pijeska.

Pijesak za žbuku mora također zadovoljavati običajne zahtjeve s obzirom na sadržaj prvenstveno najsitnijih glinenih čestica. Glina, iako povećava plastičnost maltera i lako se ugrađuje, povećava jako skupljanje te reducira prionljivost.



Sl. 3

Organske materije moraju biti također ograničene jer drukčije eventualnim djelovanjem na vezanje, postojanost volumena i otvrdnjavanje mogu



Sl 4

Predočavanje prednosti za razne pijeske kao funkcije sadržaja velikih elemenata, pomoću Feretova trokuta (od 0,5 — 2 mm)

žbuku lišiti njene funkcije, a mogu prouzročiti formiranje mrlja u svijetloj žbuci.

Može se također proučavati granulometrija kompaktnog pijeska za cementne maltere po metodi Féret-ovog trokuta.

On dijeli mješavinu cementa i pijeska u tri dijela sijanjem na velike, srednje i sitne (fine) elemente. Ukupna količina cementa sadržana je u finim frakcijama. Trasirajući liniju jednake kompaktnosti ustanovit će se da se najveća kompaktnost dobija kad mješavina sadrži većinu krupnih zrna (po prilici 2/3), a fina zrna uključujući i cement jedan aproksimativni odnos od 1/3 te malo ili nimalo srednjih zrna.

Klasifikacija elemenata:

a) krupni elementi 2 do 5 mm ϕ

b) srednji elementi 0,5 do 2 mm ϕ

c) sitni ili fini elementi 0 do 0,5 mm ϕ

Uzet će se npr. 2/3 riječnog pijeska čije su dimenzije veće od 0.315 mm ϕ, ostatak će biti cement, a u koliko je dozaža malena dodaje se cementu za datu kompaktnost odgovarajuća količina finog pijeska.

Upotreba vrlo finih pijesaka bez velikih elemenata ili glinovitih te pijesaka sa tinjcem općenito će dati manjkave odnosno neispravne rezultate.

Granitni pijesci često su sa kaolinom na površini jer se feldspat rastvara u kaolin, što također može biti nepovoljno za žbuke.

Isto je tako tinjac nepoželjan uslijed svog lističavog oblika te površinskog rastvaranja u talk.

Kompaktnost maltera je funkcija granulometrijskog sastava elemenata, količine cementa i vode. Mehanička otpornost maltera je funkcija dozaže cementa i njegove kompaktnosti.

Prionljivost maltera o stijene (prirodne ili umjetne) općenito je funkcija stupnja vlažnosti zida (ne pretjerano vlažan) te čistoće zida i pijeska.

Skupljanje maltera je funkcija dozaže cementa, njegove finoće, fine prašine i količine vode za miješanje.

Veziva

C e m e n t rijetko se upotrebljava čisto cementno tijesto, osim kad se radi sa brzo vezućim cementima, upotrebljenim za brtvljenje i sprečavanje puteva vodi te za izvjesna injektiranja ili začepljenja pukotina sa cementnim mlijekom.

Da se dobije plastično tijesto, miješa se cement sa po prilici četvrtinom vode njegove težine.

Najopćenitija upotreba cementa je u obliku maltera tj. intimna mješavina veziva, pijeska i vode na način da se dobije najpodesnija plastičnost za ugradbu i ispravnu vezivost.

Prednosti cementa su brzo otvrdnjavanje i postizavanje visoke mehaničke otpornosti. Protivno ne daju žbukama dovoljnu masnoću i obradivost bez bogatog doziranja što izaziva veliko skupljanje.

M a s n o v a p n o ili vrlo slabo hidraulično pruža prednosti i poteškoće. Obradljivost masnim vapnom je vrlo dobra. Dobro je što zahtjeva mnogo veću količinu vode za miješanje koja nema drugu ulogu nego fizikalnu da ispuni šupljine vapnenog maltera djelujući kao podmazivač.

Za dobijanje tačne dozaže podesnije je koristiti vapno u prah gašeno. Hidraulično vapno, koje sadrži izvjesnu proporciju masnog vapna dovoljnu kao plastifikator, ima očito dobra svojstva.

Žbuke izvedene hidrauličnim vapnom, prije razvijanja industrije cementa, općenito se dobro drže. To je isto kao žbuke sa miješanim vezivima: cement, masno ili slabo hidraulično vapno koje se koriste u mnogim zemljama. U razboritim odnosima ovih dvaju veziva mogu se po volji ostvariti fizikalna i mehanička svojstva maltera, ako se pridržavamo principa, da obradljivost i plastičnost moraju biti postignuti većim dijelom vezivom nego dodatkom finog pijeska i vode.

Ako vapnena žbuka u svježem stanju sadrži premalo vapna (veznog sredstva) ili ako se neće dovoljno karbonizirati, neće se postići namjeravana čvrstoća ili gustoća, što dovodi do oštećenja npr. otpadanja od temeljne žbuke ili prodiranje vode u zide od opeke. Uzrok istih šteta može biti nepovoljan pijesak.

Različite vrste vapna pokazuju različitu osjetljivost prema nedostatku finih čestica. Najosjetljiviji su na taj odnos tipovi pijeska koji sadrže izvjesnu količinu u prašinu zdrobljenog kremenog zrna ili kiselih silikata.

Ostaje još jedan otvoren uzrok. Pijesak je po svojoj prirodi površinski negativan, a vapno je površinski pozitivno što znači, da u graničnim površinama, zrna kristala sačinjavaju rešetku sa viškom negativnih odnosno pozitivnih jona. Ove neravnomjerno opterećene površine privlače jedna drugu. Kod jednog ravnomjernog zrnatog pijeska je aktivnost površina pojedinih zrna mala i privlačnosti između pijeska i vapna su slabije što povećava zaprečnost žbuke. Dođu li sada u vapno fino prašinasta zrna kremena sa jakim negativnim karakterom površina — ili se doda takav žbuci — tada će se odnos između negativnih površinskih i pozitivno površinskih sila poboljšati .

Praktični zahtjevi za pokretljivost vapna

Kod priređivanja maltera traži se malter sa najmanjom mogućom količinom vapna koji se po mogućnosti sa malo rada može miješati. Od maltera se zahtijeva ispravna konzistencija. Ali, u okviru ove konzistencije mijenjaju se svojstva maltera, on može biti dugo ili kratko razvlačiv, može biti tvrđi ili mlohaviji pod opipom. Nanesen na zidne površine može bolje ili lošije prianjati.

Bitne osebine vapna

1. Vapno se mora dati lako miješati. Koagulacija, koja nastupa u prvom stadiju, treba se umjerenom obradom dati rastopiti. Isto tako trebaju se po mogućnosti primarne pahuljice za vrijeme obrade dati dalje raspadati.

2. Vapno mora biti izdašno i masno. Primarne pahuljice trebaju po mogućstvu imati osobine visoke fine raspostranjenosti u masi.

3. Vapno mora imati ispravnu pokretljivost. Suviše visoka pokretljivost daje malter koji se teško razvlači, zbog čega se kod razvlačenja žbuke i njenog zaribavanja rado razdvaja. Suviše niska pokretljivost daje malter sa slabom postojanosti oblika. Žbuka lako otpada kod nabacivanja.

4. Vapno mora imati visoku plastični viskozitet. Vapno sa visokim plastičnim viskozitetom daje vrlo gibak malter i kod niskog sadržaja vapna. Malter je dug i dobro podatljiv kod nabacivanja i zaribavanja. Kod sušenja naponi i pukotine uslijed skupljanja bit će manji nego kad malter ima visoki sadržaj vapna. Kod karbonizacije zadržava više mikropora u žbuci te daje bolju toplinsku izolaciju i veću elastičnost žbuci.

5. Vapno mora imati dobru moć povezivanja vode. Riskira se lako cvijetanje u žbuci ako je moć vezivanja vode uz vapno slaba. Osim toga o tome ovisi i dobra prionljivost žbuke uz podlogu. Podloga upija, a vapno nastoji zadržati vodu uslijed čega će čitava žbuka na podlozi biti upijana. Kod suvlje podloge žbuka trpi to više što je snažnije njeno prianjanje. Ravnoteža u procesu sušenja uspostavlja se količinom vode vezanom uz vapno više izvjesna količina čvrsto vezana uz pijesak. Tada treba pokretljivost maltera biti tako velika da omogući laka zbijanja i savijanja zidarskom letvom kako bi žbuka bila glatka bez risa i napuklina.

6. Vapno mora posjedovati ispravnu tiksotropiju. Jaka tiksotropija vapna upućuje da će se u koritu lako dati gusto pripremiti.

Kod nabacivanja i razlačenja maltera sa jako tiksotropičnim vapnom dobija se nešto mlohav osjećaj. Kod prvog sušenja žbuke umjerena tiksotropija je pogodnija jer ona povećava postojanost oblika i dozvoljava da se na zidu sa još visokim sadržajem vode može vršiti žbukanje.

Sve ovo dovoljno jasno ukazuje koliko je zamršeno područje gibljivosti (podatljivosti) vapna te njihove mehaničke i kemijske strukturne ovisnosti.

Praktična klasifikacija vapna

a) Živo vapno	a) u komadu b) u prahu	mora se zaštititi od vlažnosti i brzo ga upotrebiti
b) Gašeno vapno	a) u prah	upotrebljiv u malteru bez da odleži
	b) u tijestu (masno vapno)	upotrebljivo u malteru poslije roka $\geq$ 10 dana

Otvrđivanje i otpornost

A) Vapno u tijestu (masno vapno)

Otvrđivanje morta sa masnim vapnom vršit će se na zraku, od vani prema unutri formiranjem karbonata sa CO_2 iz zraka. Prodiranjem CO_2 u dubinu tijela žbuke postaje sve teže.

Mršavi malteri su porozniji te otvrdnjavaju brže nego masni.

a) Otvrdnjavanje se poboljšava sa:

strujanjem zraka,

posudama sa žeravicom koja razvija mnogo CO_2. Otvrdnjavanje se poboljšava jače oslobođenim CO_2 nego sušenjem samo toplinom.

navlaživanjem maltera jer previše suh malter ne otvrdnjava.

b) otvrdnjavanje vanjskog dijela tijela žbuke vrši se kroz jedan tjedan dok je otvrdnjavanje nutarnjeg dijela duže.

c) da se spriječe pukotine uslijed skupljanja može se dodati portland cement (1 volumen cementa na 7 volumena vapna), a i otvrdnjivanje se pospješuje.

d) Utjecaj vode. Vapneni hidrat, koji nastaje u nutarnjim dijelovima maltera, topiv je u vodi. Zato se ne smije upotrebiti malter sa masnim vapnom u vodi ili u doticaju sa tekućom vodom. Sloj vapnenog karbonata na vanjskom licu štiti unutrašnjost proti prodiranja vode koja curi niz zid prilikom kiše. Zbog toga se može upotrebiti malter sa masnim vapnom za izradu vanjskih žbuka, ali nije preporučljiv.

Voda za miješanje mora biti čista da se spriječi svako bojanje i formiranje mrlja u žbuci, a ne smije sprečavati vezivanje. Količina vode mora biti tolika da se dobije malter dovoljne plastičnosti, ali u isto vrijeme da ne bude slijeganja i previše naglašenog skupljanja. Plastičnost podsloja bit će dovedena do takovog fluditeta koji će osigurati dobru prionljivost na podlogu.

Priređivanje maltera

Miješanje maltera mora biti brižljivo i energično u svrhu postizavanja masnoće i obradljivosti. Mehaničko miješanje je preporučljivije. Za povišenje i održavanje stabilnih svojstava upotrebljavaju se u nekim zemljama miješalice sa velikim brojem okretaja, u kojima se malter snažno tuče, a vezivo kroz to postaje koloidalno. Ovako

pripremljeni malter zove se a k t i v i z i r a n i. Za istu obradljivost sadrži manje vode i veziva, a time se smanjuje efekat skupljanja. Nikakovih nadnadnih dodavanja vode ili drugih materijala ne smije biti poslije miješanja maltera.

Doziranje maltera izražava se u kg veziva na metar kubni suhog pijeska ili u volumenskim odnosima.

Doziranje maltera ovisi o svrsi koju treba postići i o prirodi veziva.

Normalni malter sa hidrauličnim vapnom sadrži 300 do 400 kg hidrauličnog vapna već prema gustoći ovog zadnjeg.

Za maltere sa portland cementom općenito se uzima 350 do 400 kg portland cementa na m³ pijeska.

Upotrebljeni cement u običnim postupcima je umjetni portland cement. Rijetko se primjenjuju šljako cementi (15—20% granulirane šljake 85% do 80% klinkera) osim u vrlo vlažnim područjima. Isti je slučaj sa pucolanskim cementima.

Učinak se povećava sa masnoćom i prelazi 1 za maltere od 450—500 kg cementa. Do nedavna su se cementni malteri miješali vrlo suhi. Ovi malteri daju veliku otpornost, ali je njihova prionljivost uz druge materijale nedovoljna. Naprotiv malteri miješani suviše mekano su porozni, propusni za vodu i slabo otporni. Zato dobar cementni malter uz ostalo mora biti plastične konzistencije.

Za riječni pijesak i količinu portland cementa od 400 kg/m³ suhog pijeska, općenito je obično potrebno 200 l vode. Ako se radi o vrlo finom pijesku (npr. eolskom ili sa dina), doziranje vode je veće za po prilici 50% od predhodno navedenog. U svrhu dobivanja iste otpornosti treba povisiti količinu veziva u istom odnosu (npr. 675 kg mjesto 450 kg.)

Navodi se kao prvo uobičajna doziranja sa raznim vezivima u Francuskoj, a mijenjaju se kako slijedi u kg/m³ suhog pijeska.

M a s n o v a p n o 200 kg za mršavo doziran mort i 300—350 kg za masno doziranje (uobičajeno 250 kg)

Malteri sa masnim vapnom

Kao orijentacija daje se slijedeća tabela sastava masnih maltera:

Sastav u volumenskim odnosima	Za m³ maltera treba masno vapno u l	živo vapno u kg	pijeska u l		Primjena i primjedba
1 : 2	420	152	840	žbuke	Težina živog vapna označava količinu potrebnu za dobivanje masnog vapna (tijesto sadržano u malteru)
1 : 2½	370	143	920	žbuke	
1 : 3	330	128	1000	zidovi ispune	
1 : 4	270	105	1000	zidovi ispune	

Učinak maltera je odnos između volumena maltera i volumena suhog pijeska uključenog u malter.

Prema švicarskim iskustvima čisti vapneni malter:

Količina vapna na m³ gotovog maltera: u prah gašeno kg	masno vapno (tijesto) l	Približno čvrstoća na pritisak nakon 90 dana kg/cm²	Propusnost kod izrade plastičnom do mekom konzistencom	Područje upotrebe
400	660	20	porozan	nutarnje žbuke

Učinak običnog maltera je općenito nešto niži od 1, tako je učinak maltera sa 400 kg portland cementa na m³ riječnog pijeska srednje 0,95.

Proporcije cementa na m³ morta je u stvarnosti:

$$\frac{400}{0.95} = 420 \text{ kg/m}^3$$

Malteri sa hidrauličnim vapnom

Kod njihove primjene dat će se prednost riječnom pijesku. Količne hidrauličnog vapna izražene u kg mijenjaju se jedan put prema vrsti maltera, a drugi put prema vrsti hidrauličnog vapna: lagano, teško ili vrlo hidralično.

Vrsta hidrauličnog vapna	Malteri: mršavi — građevine na zraku	normalni — fundiranje temeljenje	masni — građevine u vodi
lagano	250	300	350
teško	300	350	400
vrlo hidraulično	350	400	450

Ove sve tri vrste hidrauličnog vapna dobijaju se u procesu gašenja.

Nedovoljno gašena vapna kako hidraulično tako i zračno mogu da proizvedu teške štete u zidovima uslijed kasnijeg bujanja.

Prema švicarskim iskustvima traže se slijedeća svojstva kod primjene hidrauličnog vapna.

— za maltere polumasne: 450—500 kg portland cementa za podnožja vanjskih zidova za izbočine i žbuke na zraku u suhim sezonama, a nisu zaštićene jer ako su masnije stvara se ocaklina koja mrežasto puca.

— za masne maltere: 600—800 kg. Ovi se malteri upotrebljavaju za ponovo premazivanje (glazure). Bolje je manje forsirati dozažu oko 800 kg.

Količina hidrauličnog vapna na m³ gotovog izrađenog maltera u kg	Približna čvrstoća maltera nakon 90 dana kg/cm²	Propusnost na vodu kod plastične do mekane konzistencije	Područje primjene
H. V. 500 H. V. 400 H. V. 300	100 60 80	slabo upijajući jako upijajući slabo porozan	Ukrasne unutarnje žbuke i stropne žbuke

Produženi vapneni malter je malter u kome je vezno sredstvo sastavljeno od vapna kojemu se dodaje portland cement prilikom mješanja.

To su izvanredni malteri pod uslovom da je mješavina dobro homogenizirana. Mjesto bijelog vapna upotrebljava se hidraulično vapno u zemljama koje ga imaju. Odnosi dotičnih vapna i cemenata mogu se mijenjati u vrlo širokim granicama.

— za vrlo masne maltere: 800—1000 kg. Ovo su specijalni malteri za centrifugirane cijevi armirane ili nearmirane.

— za mortove specijalno masne: 1000—1200 kg. Ovi se malteri upotrebljavaju za žbuke pod vodom od početka otvrdnjavanja, ili za popločavanje u malteru kao i za površine obnovljenog kamenja ili za umjetno kamenje.

Količina cementa na m³ izrađenog maltera u kg	Približna čvrstoća maltera nakon 90 dana starosti u kg/cm²	Propusnost na vodu kod plastične do mekane kondenzacije	Područje primjene
PC 1000	700	aprosutno nepropustan	Prskanje fine žbuke. Nepropusne glatke stijene rezervoara. Abajući slojevi kod obloga
PC 750	500	srednje nepropustan	Nepropusne temeljne žbuke u rezervoarima i silosima i opterećene obloge
PC 500	450	nepropustan	Za polaganje čvrstog maltera. Spajajući sloj za betoniranje. Temeljna žbuka za fasade izložene agresivnim atmosferilijama. Običan cementni oblog
PC 400	350	umjereno propustan	Za zidanje u cementnom mortu. Za izravnajuće slojeve
PC 350	250	porozan	Mršavi malter ispod podova

Portland cementni malter

Dozira se po metru kubnom pijeska prema francuskim iskustvima:

— za mršavi malter: 250—350 kg portland cementa (zidanje i ispuna)

— za normalni malter: 350—400 kg portland cementa (zidanje na zraku ili u rijekama, namakanje samo dok malter otvrdne)

Uvid u još širu primjenu cementnih maltera daje ova tabela sa švicarskim iskustvima s obzirom na količinu cementa na njihova mehanička i fizikalna svojstva te vrstu primjene.

Malteri sa cementom bogatim šljakom ili pucolama

Kod maltera sa šljako cementom ili pucolanom metnut će se 50 kg (jedna vreća cementa) više na

m^3 pijeska nego kod maltera sa portland cementom. Međutim za pucolan cemente — sa laganim pucolanom čija specifična težina ne prelazi 2.80 gr/cm^3 morat će se uzeti ista dozaža kao za portland cemente. Ove maltere nije preporučljivo upotrebljavati na zraku.

Produženi cementni malter

Za produžene cementne maltere upotrebljeno vezivo su mješavine cementa i vapna (vapno može biti masno i hidraulično).

D o z i r a n j e u n e k i m z e m l j a m a

Za normalni malter uzet će se volumenski dva dijela cementa, jedan dio masnog vapna u tijestu i šest dijelova pijeska.

Za masni malter uzima se jedan dio cementa, tri dijela masnog vapna u tijestu i šest dijelova pijeska.

Na osnovu njemačkih iskustava u Francuskoj su izvedena doziranja:

za polumršavi malter uzima se dva dijela cementa, jedan dio masnog vapna u tijestu na dvanaest dijelova pijeska, a za mršavi malter jedan dio cementa, jedan dio masnog i vapna u tijestu i deset dijelova pijeska.

U Švicarskoj se u glavnom priređuju produženi cementni malteri sa hidrauličnim vapnom zbog specijalnih klimatskih uslova i solidnosti.

T i j e l o ž b u k e

Kad se tijelo žbuke izvodi u većoj debljini (8 do 20 mm), a treba izbjeći opasne pukotine uslijed skupljanja, to mort mora biti manje bogat na vezivu (300 do 400 kg/m^3 pijeska). Vezivo će biti hidraulično vapno ili će se masnom vapnu dodati portland cement u podesnim odnosima obzirom na stupanj hidrauličnosti (npr. 1 volumen portland cementa i 1 do 2 volumena masnog ili slabo hidrauličnog vapna).



Sl. 5

Vrste produženog cementnog m altera sa hidrauličnim vapnom

Količina veziva na m^3 gotovog maltera. H. vapno je u prah gašeno kg	Približna čvrstoća na pritisak nakon 90 dana starosti	Propusnost kod plastične do mekane konzistencije	Područje primjene
PC 150 H. v 250	200	Srednje propustan	malteri za zidanje kod visokogradnje
PC 125 H. v 200	150	Slabo upija vodu	temeljna žbuka za fasade
PC 100 H. v 200	120	Jako upija vodu	nutarnje žbuke u kuhinjama, praonicama itd. stropne žbuke svih vrsta

Izvedba tijela žbuke

P o d s l o j z a p r i a n j a n j e

Ovaj je sloj bogat na cementu (500—700 kg/m^3 pijeska), odnosno 10—15% masnog vapna slabo hidrauličnog. Ovaj malter miješati će se fluidno i nabacivati snažno na podlogu pogodno pripremljenu da osigura dobru prionljivost. Izvesti će se u debljini od cca 2 do 3 mm. Površina će mu se nahrapaviti bez da bude obrađivana. Ova hrapavost poslužit će za prianjanje slijedećeg sloja koji sačinjava glavno tijelo žbuke.

Prije polaganja drugog sloja potrebno je dovoljno isušenje temeljnog sloja, dok postigne podesni kapacitet upijanja i dok poprimi dobar dio svojih stezanja.

U principu malter treba da sadrži dovoljno $Ca(OH)_2$ da bude razmaziv i lak za ugradbu, ali ne da bude previše mastan (8 do 10% $Ca(OH)_2$ u odnosu na pijesak smatra se podesnim).

Malter se nabacuje žlicom ili mehanički. Planira se vukući ga odozdo prema gore izravnavajući ga ravnalom. Kad se osuši do te mjere, da mu još preostaje izvjesna plastičnost, bit će presovan žlicom ili talošem, podesnije udaran radi boljeg zbijanja, čime se povećava kompaktnost a smanjuje

mogućnost nastupanja pukotina. Često veće debljine (koje mogu biti funkcija neravnosti podloge) uslovljuju da je glavno tijelo žbuke podesnije izvesti u više tanjih slojeva. Kod izvađanja ovih slojeva važno je površinu svakog predhodnog sloja prirediti grebenjem žlicom za spajanje slijedećeg sloja. To se vrši poslije početka sušenja i prije nabacivanja idućeg sloja.

Ovaj postupak sa više slojeva reducira skupljanje cjelokupnog tijela žbuke i znatno smanjuje opasnost nastajanja pukotina. Katkad se preporuča pustiti sušenje svakog tankog sloja najmanje 24 sata. Eventualno nastale pukotine zatvaraju se slijedećim slojem.

Završni sloj

Ovaj dekorativni sloj izvodi se malterom koji može biti brižljivo sastavljen i priređen na gradilištu ili se može nabaviti priređen po specijaliziranim poduzećima. Ovaj sloj sastavljen od cementa i masnog vapna, odnosno slabo hidrauličnog, bit će bogat na vezivu i imat će sposobnost otvrdnuća koja neće prekoračiti sposobnost otvrdnuća tijela žbuke, ali radije da bude manja zahvaljujući većem dijelu vapna.

Malter se nabacuje na glavno tijelo kad je ono doseglo dovoljno isušenje, ali najkasnije 24 sata (u ovim slučajevima uz eventualno predhodno navlaženje). Općenito mu se daje debljina 3 do 5 mm. Ovaj sloj ravna se grubo žlicom ili ravnalicom, a eventualno i letvom. Kad se počne sušiti, zgušnjava se gladilicom presovanjem da se izluči suvišna voda. U ovom momentu mogu se u njega utisnuti razni crteži sa prikladnim priborom. Može ga se također izjednačiti, ali nije preporučljivo da ga se zagladi. Daje se prednost teksturi, koja se dobije četkanjem ili grebenjem čime se skidaju površinski olabavljeni djelići (prašina) od izgorijelog veziva.

Može ga se isto tako istrugati poslije dovoljnog očvršćavanja. Jednostavno može biti pokriven vodenom bojom i vapnenim mlijekom.

Postupak sa žbukom za vrijeme i poslije izvedbe

Nije za preporučiti izradu žbuke u razdobljima niskih i visokih temperatura. U toku izvedbe i do dovoljnog otvrdnuća, žbuka bi trebala biti zaštićena platnima protiv pljuskova, suhih vjetrova i sunčanog zračenja. Na kraju treba ju vlažiti u toku nekoliko dana od momenta kad je dovoljno otvrdnula da se ne ispire.

Žbuka na kompaktnom betonu

Nije preporučljivo polaganje žbuke na kompaktan i zaglađen beton, osim ako mu je površina predhodno ohrapavljena, ili ako su dijelovi građevine pod zemljom ili da se održavaju stalno vlažnim u vlažnoj atmosferi.

Općenito se na betonu izvodi žbuka iz maltera dovoljno bogatog sa cementom u dva ili tri sloja, ali uvijek sa podslojem mnogo bogatije sastavljenim.

Preporučljivo je za dijelove izložene nevremenu tražiti (postići) dobar izgled samog betona bez žbuke.

Nepromočiva žbuka

Takove žbuke izvode se općenito u tri ili četiri sloja u malteru bogatom sa portland cementom čiji se temeljni sloj fluidno izvodi. Količina veziva je od 1000 do 450 kg/m^3 pijeska, dajući prednost smanjivanju veziva od prvog prema zadnjem površinskom sloju. Ove žbuke su općenito od najmanje 30 mm, ali ako su dobro priređene i izvedene mogu biti efikasne i kod mnogo manje debljine od 20 mm već prema vrsti. Izvedba nepropusne žbuke je prikladna samo ako se izradi na konstrukcijama podvrgnutim stalnom dodiru sa vodom ili sa vlagom. Pod tim uslovima ova žbuka može biti zaglađena.

Treba poduzeti sve mjere predostrožnosti, da se spriječi naglo skupljanje u toku izvedbe i u međuvremenu koje predhodi puštanju žbuke u stalni dodir sa vodom ili vlagom.

Cementni malter za vezujući i izravnavajući sloj

Upotrebljava se malter sa PC 1000 kg/m^3, ljepivo tečne konzistencije sa vrlo oštrim i dobro opranim pijeskom do 1 mm ϕ. Ovaj se sloj nanosi na pripremljenu podlogu na površini relativno vlažnoj u debljini od 1 do 3 mm, a zatim se uriba tvrdim četkama tako da mlater sa sigurnošću uđe u sve pore i neravnosti betona i s njim stvori dobru vezu čineći u isto vrijeme prijelaz za temeljni sloj. Količina cementa po m^2 površine je $\sim$ 2 kg. Negdje se upotrebljava čisto cementno mlijeko što je manje preporučljivo jer obično nastaje ocaklina površine te se na nju ne veže dobro temeljni sloj. S ovim slojem se sukcesivno napreduje prema napredovanju temeljnog sloja.

Patologija vanjskih žbuka

I greška. Odljepljivanje žbuke od podloge ili drugog sloja uslijed nedovoljne prionljivosti.

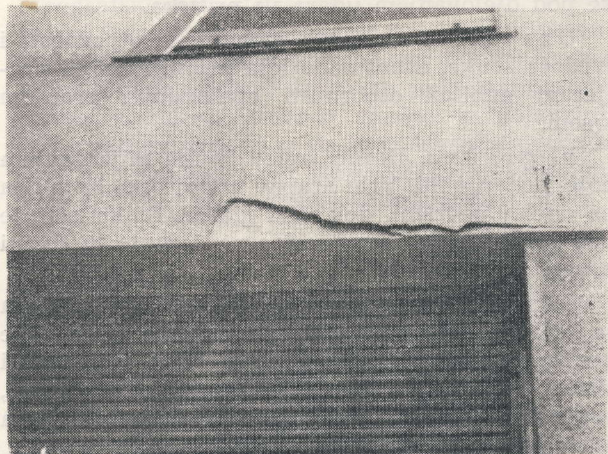
Uzroci: Nedovoljna kvaliteta i nepodesni odnosi sastavljenog maltera. Pogrešni uvjeti pripremanja podloge ili izvedbe žbuke (prema uslovima dobre izvedbe naprijed definirainm).

II greška. Pukotine prema spojevima zida i odljepljivanje žbuke kemijskim utjecanjima.

Uzroci: a) topiva sol (alkalijski sufat u slučaju vapnene žbuke) dospije se kristalizirati ispod žbuke soli koji potječu iz samih zidova ili zemlje u području bliskim tlu.

b) U slučaju cementne žbuke kalcium sulfat porijeklom iz nekojih opeka ili iz blokova od pe-

pela, betona ili maltera za zidanje, formira Candlotovu sol. Njeno se djelovanje opaža svuda na zidovima jako nakvašenim vodom.



Sl. 6

c) vodena para i plinovi u dimu industrijskih područja.

III g r e š k a. Površinske pukotine uslijed skupljanja, česte i uočljive na zagađenoj žbuci, razgranate u mrežu gustih finih pukotina manje vidljivih u zrnatoj hrapavoj žbuci.



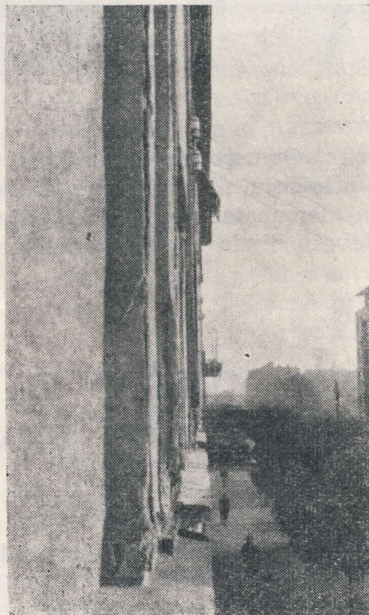
Sl. 7

Ove pukotine nastaju na strani jače izloženoj kiši i u područjima konstrukcije koja se jače navlažuje. Ove greške se naglašuju vremenom sve više i pretvaraju se u vrlo štetne pukotine sa eventualnim odljepljivanjem (uslijed smrzavice).

U z r o k. Pukotine nastaju uslijed skupljanja i bujanja žbuka izloženih čestom opetovanju sušenja i navlažavanja, sa najvećom amplitudom u zidovima i parapetima, balustradama, balkonima izbočenim dijelovima itd. najviše izloženim kiši. Osim



Sl. 8

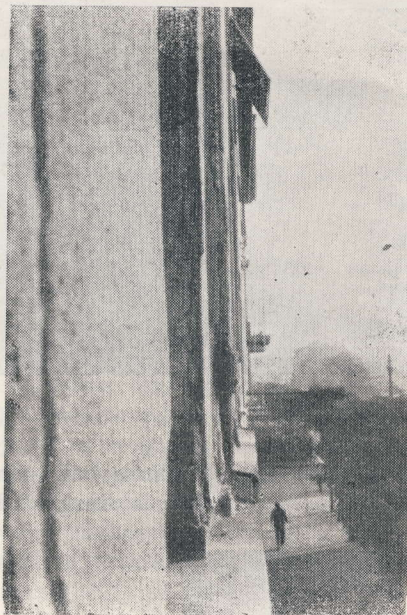


Sl. 9

toga na dijelovima zida slabo zaštićenim od curenja vode po njima. One su isto tako uzrokovane bogatom dozažom i prenaglim sušenjem žbuke.

Kompaktnost maltera, priroda i kvalitet sastava, uslovi izvedbe i zaštite žbuke moraju se podešavati da se skupljanje svede na minimum i navedeni uzroci eliminiraju što više. Kako je rečeno, tekstura žbuke (da li je glatka ili hrapava) igra također važnu ulogu. Osim toga uzastopnost vlaženja i sušenja povlaći za sobom rastvaranje vapna u vezivu još ne karboniziranog te povećava poroznost u žbuci. Učinak leda će se dodati predhodnim nedostacima. On je u toliko snažniji i uočljiviji što je žbuka već sa pukotinama, a zidovi su previše zasićeni vodom uz otežano isparavanje.

IV g r e š k a. Pukotine zanimljive za žbuku i za njezinu podlogu.



Sl. 10

U z r o c i : Ova poremećenja koja mogu biti važna ne pripisuju se žbuci već greškama konstruktivnih elemenata, nejednoliko slijeganje različitih sastavnih dijelova, pokretanje temelja, upotreba materijala sa vrlo različitim termičkim dijatacijama, često skupljanje spojeva ziđa i sastavnih materijala podloge (npr. blokovi betona).

V g r e š k a. Prhko raspadanje i ljuštenje žbuke pod djelovanjem udara ili pritiska.

U z r o c i : Nedostatak mehaničke otpornosti i tvrdoće žbuke, eventualno loša prionljivost ili pretjerani gubitak otpornosti opetovanim pranjem kišom.

VI g r e š k a. Ružan izgled žbuke mijenjanjem boje, prljanje itd. Vrlo hrapav ustroj brzo se uprlja na cijeloj površini, dok vrlo glatka žbuka očituje ove greške vrlo neravnomjerno i često u formi pruga.

U z r o k : zagađenje zraka dimom uslijed čega se prljave, kao i lokalizirano curenje vode. Ove greške mijenjaju izgled u ovisnosti o orijentaciji žbuke, različitim upijanjem vode od kiše u žbuci, neprestana vlaga izvjesnih dijelova konstrukcije sa nastajanjem plijesni itd.

Lokalne mrlje u obliku pruga su u vezi sa različitim curenjem vode od kišnice po žbuci.

Očito je da sve vrsti klasičnih žbuka predstavljaju suštinski vrlo zamršenu zaštitu građevina, te im je potrebno posvetiti punu pažnju stalnim proučavanjem, sređivanjem zapažanja i unapređivanjem tehnološkog procesa pripremа i izvedbe žbuka na naučnim osnovama.

LITERATURA:

1. RILEM
   Bulletin de la réunion des laboratoires d'essais et de recherches sur les matériaux et les contructions.
2. Zement — Kalk — Gips
3. Les Manuels de l'Ingenieur et du Technicien de Batiment et de travaux publics
   J. Arrambide et M. Duriez.
4. Technique des travaux
   Max Jasobson
5. Bindemittel Mörtel und Beton Humm
6. Beton — Kalender — 1963.

SUMARNA METODA ZA ODREĐIVANJE KAPACITETA PONORA U ZAVRŠNOJ FAZI PRAŽNJENJA PREDPONORSKE RETENZIJE

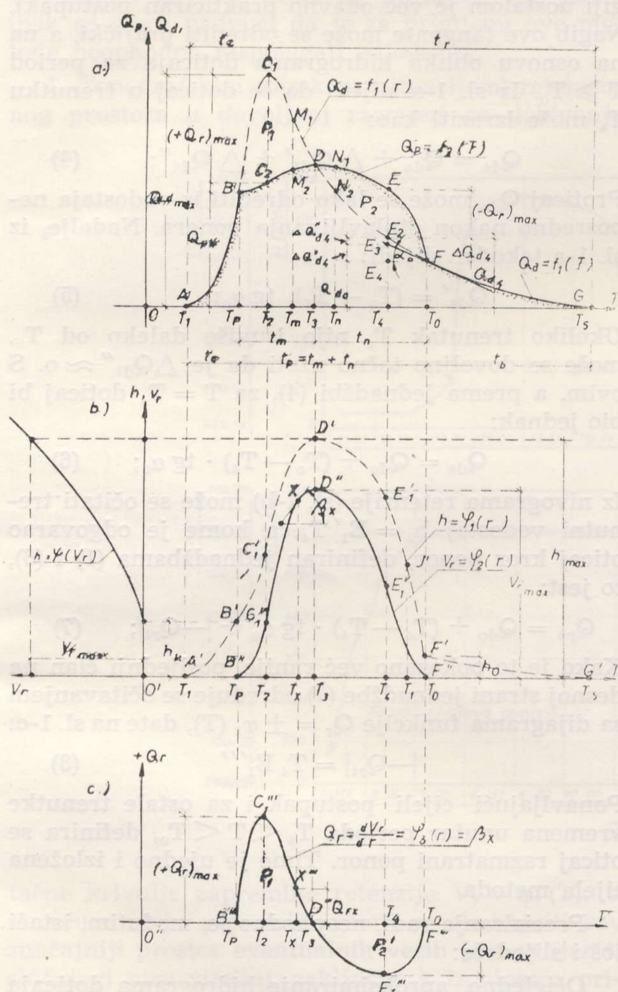
Ing. Danilo **M. Ristić**, Sarajevo

1. Transformacija vodnog vala u predponorskim retenzijama

Ma koliko u općem vodoprivrednom smislu povremene poplave kraških polja predstavljaju nezgodnu i štetnu pojavu, ove predponorske retenzije predstavljaju sastavni dio prirodnog kraškog hidrološkog mehanizma koji u stvari vrši posebno korisnu funkciju djelimičnog izravnavanja voda na jednom određenom području.

Bez ovih prirodnih akumulacionih bazena, posljedice — inače veoma velikog oticaja voda na našem krašu — bile bi bi još nezgodnije. Ovo ima smisla, pogotovo tamo, gdje se susreće cijeli hidrogeološki niz vezanih kraških polja (horizonata) i gdje se skoro sve vode šireg kraškog područja kadtad stiču na onom najnižem. Prema tome, u čisto hidrološkom smislu, u predponorskim retenzijama u stvari se odvija prirodna transformacija

velikih vodnih valova. Naravno, stepen te transformacije nije u svim slučajevima jednak i zavisi od svih onih elemenata koji su općenito od uticaja na ovu hidrološku pojavu (veličina doticaja, oticaja, topografske karakteristike retenzija itd.). Premda je ovo transformiranje vodnih valova u zatvorenim i plavljenim kraškim poljima već odavno poznata stvar, bit će korisno da se na jednom improviziranom primjeru provede analiza te pojave. Pri tome podrazumijeva se da se ta transformacija odvija na onim istim već dobro poznatim principima koji vrijede i za vještačke akumulacije.



Sl. 1

Na slici 1-a je dat principijelni hidrogram doticaja (A — B — C_1 — D — N_2 — E_2 — F — G) u jednu predponorsku retenziju i to u najjednostavnije mogućem obliku (tj. koncentracioni dio za $T_1 < T < T_2$, ekstremni doticaj Q_{max} za $T = T_2$, i retardacioni dio za $T > T_2$). Sasvim normalno, ovakav »ukupni« hidrogram doticaja (tj. za sve vode koje dotiču u retenziju) je normalno veoma teško dobiti i na sl. 1-a je dat samo njegov najjednostavniji i logično pretpostavljen oblik. Predpostavi li se privremeno da se evakuiranje voda iz razmatrane retenzije vrši samo kroz jedan ponor, pred kojim je moguće vršiti osmatranja oscilacija vodostaja u pristupnom vodotoku (i kasnije u formiranoj retenziji), može se konstatirati slijedeće:

a) U fazi nadolaska voda postoji jedan određeni period vremena ($T_1 < T < T_p$) u kome je raspoloživi kapacitet ponora Q_p veći od trenutnih doticaja Q_d. Oticanje kroz ponor vrši se normalno i u pristupnom vodotoku nema nikakvih posebni usporavanja oticaja.

b) Kada doticaji ka ponoru prijeđu njegov kapacitet, tj. proticaj koji je ponor u stanju da apsorbuje normalno (a što nastupa u »graničnom« trenutku $T = T_p$), jedan dio doteklih voda otiče ponorom, a drugi se akumulira u okolnom prostoru (predponorskoj retenziji) stvarajući poplave.

c) Prateći daljnji tok ove pojave na spomenutoj sl. 1-a, uočava se da ovaj »višak« doticaja (označen sa $+Q_r$) u retenziji biva sve veći i veći, do trenutka $T = T_2$ gdje on postiže svoj maksimum. Krivulja B—C_2—M_2—D predstavlja proizvoljan hidrogram oticaja, interpretiran načelno kao promjenljiva veličina, ali (samo jednostavnosti radi) jednoznačno određen usporom u retenziji.[1] Očigledno, punjenje retenzije nastavlja se sve do trenutka $T = T_3$, kada je ponovo $Q_d = Q_p$. Tom trenutku odgovara maksimalni vodostaj u retenziji, odnosno maksimalna zapremina akumuliranih voda za period ovog razmatranog vodnog vala. Kada bi se, inače, raspolagalo hidrogramom doticaja u retenziju i oticaja kroz ponor (u ovom periodu $T_p < T < T_3$), veličina ove zapremine bi bila određena, naravno, obuhvaćenom površinom P_1. Sve do trenutka T_3, hidrogram doticaja se može (uz osmatranja vodostaja u pristupnom vodotoku i mjerenjima potvrđenom krivom proticaja) odrediti samo za $T_1 < T < T_p$.

d) Sasvim normalno, jedanput napunjene kraške retenzije ne ostaju stalno takve, nego se u toku određenog vremena isprazne, nakon čega, ponori evakuiraju (kao nepreplavljeni) ostatak voda proteklog vodnog vala. Drugim riječima, iza trenutka $T = T_3$, raspoloživi kapacitet ponora je takav da može da apsorbira ne samo trenutni doticaj u retenziju, nego čak evakuira i jedan dio voda iz predponorske retenzije ($-Q_r$). Tako na primjeru iz sl. 1-a, u trenutku T_n, oticaj ponora bi se mogao izraziti *kao suma* dvaju proticaja:

$$Q_{pn} = Q_{dn} + (-Q_{rn}) = T_n N_2 + N_2 N_1; \quad (1)$$

Ovakvo »dopunjavanje« traje unutar perioda $T_3 < T < T_o$, tj. sve dotle dok u retenziji još ima od ranije akumuliranih voda. Linija D—N_1—E_1—F predstavlja prema tome hidrogram oticaja kroz ponor u ovom periodu .Zajedno sa hidrogramom doticaja (koji je također nepoznat) za ovaj period, pomenuta krivulja zatvara površinu P_2, a koja

[1] Ovakav hidrogram oticaja odgovarao bi npr. tipu »samostalnog jednostavnog ponora«. Međutim, kao što će se vidjeti kasnije, tretiranje transformacije provodi se s ovakvim tipom jedino radi jednostavnijeg izlaganja.

predstavlja ukupnu zapreminu odteklih voda iz retenzije. Naravno, pri tome je $P_2 = P_1$.

e) Za $T > T_0$, ponor evakuira proticaj $Q_p = Q_d$. Ovaj dio hidrograma doticaja ima male proticaje i zbog toga se (i s uobičajeno raspoloživim brojem hidrometrijskih mjerenja) dovoljno tačno može odrediti bez nekih posebnih teškoća. Što se tiče same transformacije vodnog vala, iz sl. 1-a se uočava da je ekstremni doticaj u retenziju $Q_{d\ max}$ reduciran na maksimalni oticaj ponorom $Q_{p\ max} = T_3D$. Obzirom da je $Q_{p\ max}$, slijedi da je

$$f_r = \frac{Q_{p\ max}}{Q_{d\ max}} < 1{,}0 \qquad (2)$$

a što predstavlja indeks retenzionog efekta za razmatrani slučaj.

Izloženi tok transformiranja vodnog vala općenito je sam po sebi već dobro poznat. Međutim, baš zbog takvog toka te transformacije, uočava se da mjerenja velikih voda pred nepreplavljenim ponorom nema uopće smisla organizirati za period $T > T_0$, jer tada velikih proticaja više i nema. Drugim riječima tim hidrometrijskim mjerenjima mogu se »uhvatiti« i oni veći proticaji samo onda ako su oni »sačekivani« u periodu $T < T_p$.

2. Prikaz osnovnih principa metode

Vezujući se za tok transformacije vodnog vala, interpretiran na sl. 1-a, na osnovu poznatih principa mogu se dati i neki drugi dijagrami koji karakteriziraju razmatranu pojavu. Pod pretpostavkom da su osmatranja vodostaja vršena kontinuirano (najbolje limnigrafom ili u najgorem slučaju normalnom vodomjernom letvom — ali uz češće očitavanje vodostaja), nema nikakvih problema za konstruiranje nivograma razmatranog vodnog vala. Na sl. 1-b, on je interpretiran kao funkcija $h = \varphi_1 (T)$. Nadalje, koristeći se geometrijskom karakteristikom retenzije $h = \psi (V_r)$ i pomenutim nivogramom, konstruisana je i linija $V_r = \varphi_2 (T)$, a koja predstavlja promjenu zapremine akumuliranih voda u datoj predponorskoj retenziji, (tj. krivulja $T_p—C_1''—D''—E_1''—F''$). Nagib tangente na ovu krivulju (određen uglom β_x) definira prirast te zapremine, odnosno predstavlja doticaj (ili oticaj) u predponorsku retenziju:

$$\mathrm{tg}\,\beta_x = \frac{dV_r}{dT} = \varphi_3 (T) = \pm Q_r \qquad (3)$$

Grafička interpretacija funkcije $Q_r = \varphi_3 (T)$ data je na sl. 1-c. Njen tok — u odnosu na oblik funkcije $Q_d = f_1 (T)$ kao i $V_r = \varphi_2 (t)$ je uslovljen već poznatim principima i nije ga potrebno posebno objašnjavati. Naravno, površina P_1 (ili P_2) sa sl. 1-a, je potpuno jednaka površini P_1' (ili P_2') datoj na sl. 1-c. Praktično se funkcija $\varphi_3 (T)$ se može najlakše dobiti grafičkim putem preko dijagrama funkcija $V_r = \varphi_2 (T)$, tj. računajući sa konačno malim vrijednostima $\triangle V_r$ i $\triangle T$.

Raspolažući s ovim podacima, očigledno je da se uz potrebno osmatranje vodostaja u predponorskoj retenziji, drugi član desne strane jednadžbe (1), tj. $|—Q_{rn}| = N_2N_1$ može veoma lako dobiti za bilo koje $T_3 < T < T_0$. (U obrazlaganju predmetnog metoda, ograničit ćemo se u stvari samo na period $T_4 < T < T_0$). Da bi se dobila ukupna vrijednost kapaciteta ponora, npr. u trenutku $T = T_4$ (gdje $T_3 < T_4 < T_0$), prema jednadžbi (1) slijedi da bi bilo neophodno poznavati i odgovarajuću ordinatu sa hidrograma doticaja, tj. $Q_d = Q_{d4}$. S obzirom da to nije moguće na dijelu $T_4 < T < T_0$, hidrogram doticaja može se aproksimirati pravcem, odnosno tangentom na hidrogram u t. F (vidi sl 1-a). (Aproksimiranje hidrograma pravim linijama u hidrologiji uostalom je već odavno prakticiran postupak). Nagib ove tangente može se odrediti *grafički*, a na na osnovu oblika hidrograma doticaja za period $T \geqslant T_0$. Iz sl. 1-a slijedi da se doticaj u trenutku T_4 može izraziti kao:

$$Q_{d4} = Q_{do} + \triangle Q_{d4}' + \triangle Q_{d4}''; \qquad (4)$$

Proticaj Q_{do} može se lako odrediti iz vodostaja neposredno nakon otplavljivanja ponora. Nadalje, iz sl. 1-a također slijedi:

$$Q_{d4}' = (T_0 — T_4) . \mathrm{tg}\,\alpha_0; \qquad (5)$$

Ukoliko trenutak T_4 nije isuviše daleko od T_0, može se dovoljno tačno uzeti da je $\triangle Q_{d4}'' \approx 0$. S ovim, a prema jednadžbi (4), za $T = T_4$ doticaj bi bio jednak:

$$Q_{d4} = Q_{do} + (T_0 — T_4) \cdot \mathrm{tg}\,\alpha_0; \qquad (6)$$

Iz nivograma retenzije (sl. 1-b) može se očitati trenutni vodostaj $h_4 = E_1' T_4$, a kome je odgovarao oticaj kroz ponor, definiran jednadžbama (1) i (6), to jest:

$$Q_{p4} = Q_{do} + (T_0 — T_4) \cdot \mathrm{tg}\,\alpha_0 + |—Q_{r4}|; \qquad (7)$$

Kako je to pokazano već ranije, posljednji član na desnoj strani jednadžbe (7) određuje se očitavanjem sa dijagrama funkcije $Q_r = \pm \varphi_3 (T)$, date na sl. 1-c:

$$|—Q_{r4}| = T_4 E_1''' \qquad (8)$$

Ponavljajući cijeli postupak i za ostale trenutke vremena unutar perioda $T_4 < T < T_0$, definira se oticaj razmatrani ponor. Time je ujedno i izložena cijela metoda.

Preciziranja radi, neophodno je, međutim, istaći još i slijedeće:

Očigledno, aproksimiranje hidrograma doticaja pravcem unutar cijelog perioda $t_n = T_0 — T_3$ (vidi sl. 1-a) ne bi imalo smisla, jer učinjena greška (zbog aproksimacije $\triangle Q_{d4}'' \approx 0$) može biti isuviše velika. Drugim riječima, cijeli postupak bi trebalo ograničiti samo na jedan manji odsječak vremena, tj. na period $T_4 < T < T_0$, gdje T_4 odgovara $|—Q_r|$ max. Ukoliko se na bilo koji način mogu kontrolisati doticaji (bar kvalitativno), aproksimacija bi se eventualno mogla produžiti i dalje od $T = T_4$. U svakom slučaju, prateći rad izvora, režim padavina itd., neophodno je imati indikacije da je unutar aproksimiranog razmaka, hidrogram doticaja imao također retardacioni oblik (tj. kao i za $T > T_0$). S obzirom na veličinu sliva i potrebno vrijeme kon-

centracije, unutar pogodno odabranog razmaka aproksimiranja, ovaj uslov ipak nije teško ispuniti.

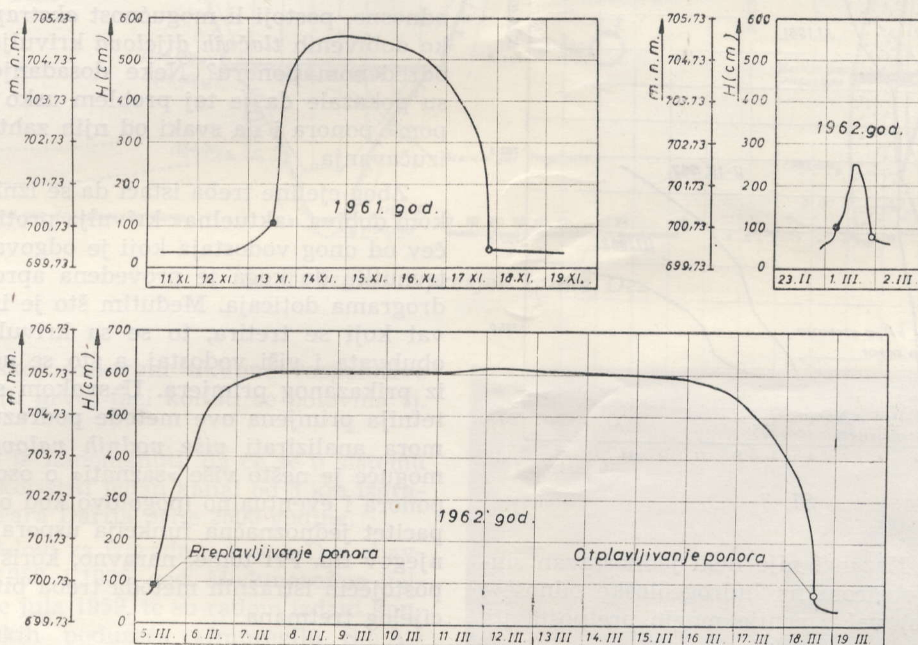
S druge strane, obzirom da se u kraškim poljima rijetko kada nalazi samo jedan ponor, prema jednadžbi (8) u stvari se dobija vrijednost »dodatnog oticaja« *za cijelu ponorsku zonu.* Prema tome, ovakva metoda daje kapacitet ne samo jednog ponora, nego, u stvari, *sumu* trenutnih kapaciteta svih ponora, okvašenih datom kraškom retenzijom. Zbog te okolnosti, kao i zbog principa definiranog jednadžbom (1), činilo se da je cijelu metodu imalo smisla nazvati *sumarnim.*

Premda je to iz izloženog postupka već jasno, ipak se mora podvući da je za primjenu ove metode neophodno raspolagati slijedećim:

1. Topografskim snimkom (situacijom) retenzionog prostora u dovoljnoj razmjeri za dobivanje

vrši limnigrafom (koji do sada praktično nisu nigdje postavljani uz ponore) ili vodomjernom letvom — ali uz dovoljno česta (a to znači svaki sat, a neposredno pred otplavljivanje ponora čak i svakih 5—10 minuta) osmatranja. Naravno, organiziranje ovako čestih osmatranja letve — nije tako jednostavno. Zbog toga, u iole značajnijim slučajevima, limnigraf je najpodesniji. Njegov položaj mora da bude odabran tako, da se omogući registriranje i vodostaja u pristupnom vodotoku (dakle kada je ponor nepreplavljen) i onih uspornih, prilikom poplava.

Uz sve ovo, neophodno je uočiti da iznijeti postupak ima istovrijednu primjenu (za dati domen aproksimiranja) bez obzira na aktuelni »tip« ponora. Naime, premda je na sl. 1-a hidrogram oticaja interpretiran tako, kakav bi odgovarao naj-



Sl. 2

tačne krivulje zapremine retenzije $V_r = \varphi_2(T)$. U obračunavanju zapremine mora se obuhvatiti sav značajniji prostor eventualnih većih jaruga (jer ti slučajevi nisu rijetki), zaključno s izohipsom približno na nivou dna skale kojima se očitavaju vodostaji.

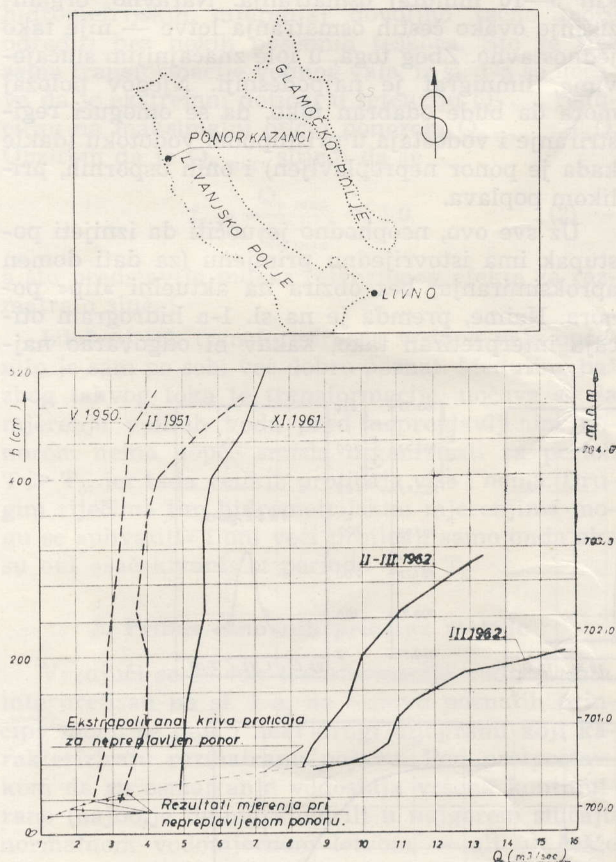
2. Kraška retenzija mora imati jedan izražen ponor i to najniže položen u odnosu na ostale tako da on evakuira retardacione vode nakon otplavljivanja ponora. Pored toga, doticaj ovakvih voda ka ponoru mora se odvijati nekim vodotokom na kome se mogu vršiti hidrometrijska mjerenja malih i srednjih voda. U najvećem broju slučajeva ovaj uslov uopće nije teško ispuniti.

3. Nivogram vodostaja u retenziji (za određeni vodni val) predstavlja nesumnjivo daljnji i neophodni elemenat. Pokazalo se da čitovanja vodostaja jedamput u 24 sata nisu dovoljna. Zbog toga, registriranje oscilacija vodostaja moralo bi da se

jednostavnijem tipu, osnovna jednadžba (1) — (na kojoj se bazira cijeli postupak) — sadrži u stvari dva člana koji se mogu odrediti *kod svih* tipova ponora.

Kao primjer na sl. 2 dati su nivogrami za tri vodna vala, registrirana pred ranije pomenutim ponorom Kazanci u Livanjskom polju. Primjenjujući izloženi postupak, na sl. 3 date su krivulje proticaja preplavljenog ponora Kazanci, naravno za završne faze pražnjenja retenzije pri vodnim valovima, datim na sl. 2. Registriranje vodostaja vršeno je postojećom vodomjernom letvom, ali uz česta osmatranja, pa čak i na svakih 5 minuta (neposredno pred »otvaranje« ponora). Uz ove tri krivulje proticaja, crtkanim debljim linijama izvučene su još dvije, ali koje se odnose na vodne valove pri kojima je očitavanje vodostaja vršeno svega jedamput dnevno. Interpoliranje vodostaja kod ovakvih nivograma je neizbježno podložno ve-

čim greškama i zato se tako rijetka očitavanja u ovu svrhu ne bi mogla prihvatiti kao dovoljna. Već i površna analiza dijagrama, datih na sl. 3, pokazuju da ponor Kazanci nije neki jednostavan slučaj, a što se (obzirom na hidrogeološke odnose i položaj rasjeda) već i ranije moglo pretpostaviti.



Sl. 3

Najčešći vodostaji, iza kojih pri dolasku vodnog vala dolazi do preplavljivanja ponora, iznose 60—100 cm. Očigledno, u odnosu na prikazane dijagrame, kapacitet ovog ponora je veoma promjenjljiv, pa bar u razmaku za koji je sumarna metoda bila primjenjena (u konkretnom slučaju to je učinjeno za $T_4 < T < T_0$, gdje je T_4 odgovaralo $|-Q_{r}|_{max}$).

Općenito, prikazani postupak daje trenutni kapacitet ponora samo u jednom ograničenom domenu, tj. završnoj fazi pražnjenja retenzije. U odnosu na normalna trajanja poplavljenosti ponora to naravno znači isuviše malo. Međutim, u odnosu na postojeće stanje stvari, primjenom »sumarne« metode bar se koliko-toliko otkriva »tajna« problema kapaciteta ponora. Potpuno normalno nameće se pitanje, šta se dešava sa tim kapacitetom van domena aproksimiranja (tj. za $T_p < T < T_4$), odnosno, postoji li mogućnost *ekstrapoliranja* ovako dobivenih *tlačnih dijelova* krivulje proticaja na određenom ponoru? Neke dosadanje analize već su pokazale da je taj problem usko vezan sa »tipom« ponora i da svaki od njih zahtijeva posebna izučavanja.

Zbog cjeline treba istaći da se iznijetim postupkom dobiva »aktuelna« krivulja proticaja samo počev od onog vodostaja koji je odgovarao krajnjem trenutku do koga je provedena aproksimacija hidrograma doticaja. Međutim što je izrazitiji vodni val koji se tretira, to se sa krivuljom proticaja obuhvata i viši vodostaj, a što se uostalom vidi i iz prikazanog primjera. U svakom slučaju, kvalitetnija primjena ove metode podrazumijeva da se mora analizirati *više vodnih valova.* Samo tako moguće je nešto više »saznati« o osobinama datog ponora i eventualno (pogotovo kod onih čiji je kapacitet jednoznačna funkcija uspora) identificirati njegov tip. Pri tome, naravno, korištenje i drugih postojećih istražnih metoda treba biti sastavni dio cijelog tretmana.

S naših i inostranih gradilišta

IZGRADNJA BRANE DEZ U IRANU

(L'Energia Elettrica — N. 12a-1962)

U cilju razvitka jugozapadnih pokrajina zemlje provodi iranska vlada opsežan plan (tzv. »Dez Project«), da navodnjavanjem do sada neplodne oblasti pretvori u plodna zemljišta. Prvi dio programa obuhvaćao je stvaranje jednog akumulacionog bazena sadržine preko 3 milijarde m^3 za čije je ostvarenje izgrađena pregrada na rijeci Dez, visoka preko 200 m.

Pokrajina Khuzestan većim je dijelom pustinjska oblast sa žarkom klimom u kojoj su obrađeni samo pojasevi uz rijeke Karun i Dez. Obiluje vodama u kišnom periodu od decembra do aprila, a u ostalom dijelu godine vode nema dovoljno. Zbog tog razloga je i došlo do ostvarenja programa regulacije voda nužno potrebnih za razvitak poljoprivrede. Pokrajini Khuzestan pripada Abadan i cijela naftonosna zona, kao i luka Khoramshar.

Položaj i smještaj brane odabran je u jednom strmom i nepristupačnom kanjonu dubokom oko 450 m, gdje se rijeka Dez probila kroz moćne naslage pliocenskih konglomerata (tzv. »baktijarski kongl.«).

Važno je napomenuti ,da se stvaranjem akumulacije i reguliranim ispuštanjem protoke od 200 m^3/sek osigurava natapanje oko 140.000 ha do sada neplodnog zemljišta. Ujedno se postiglo zadržavanje poplavnih voda i otklanjanje čestih šteta od poplava, kao i osigurana proizvodnja električne energije u pribranskoj elektrani ukupne raspoložive snage 520 MW (u prvoj fazi koristi se polovina tj. 260 MW).

Interesantno je napomenuti, da će se u sistemu navodnjavanja koristiti jedan kanal od 3 km izgrađen još u doba cara Darija prije 2500 godina.

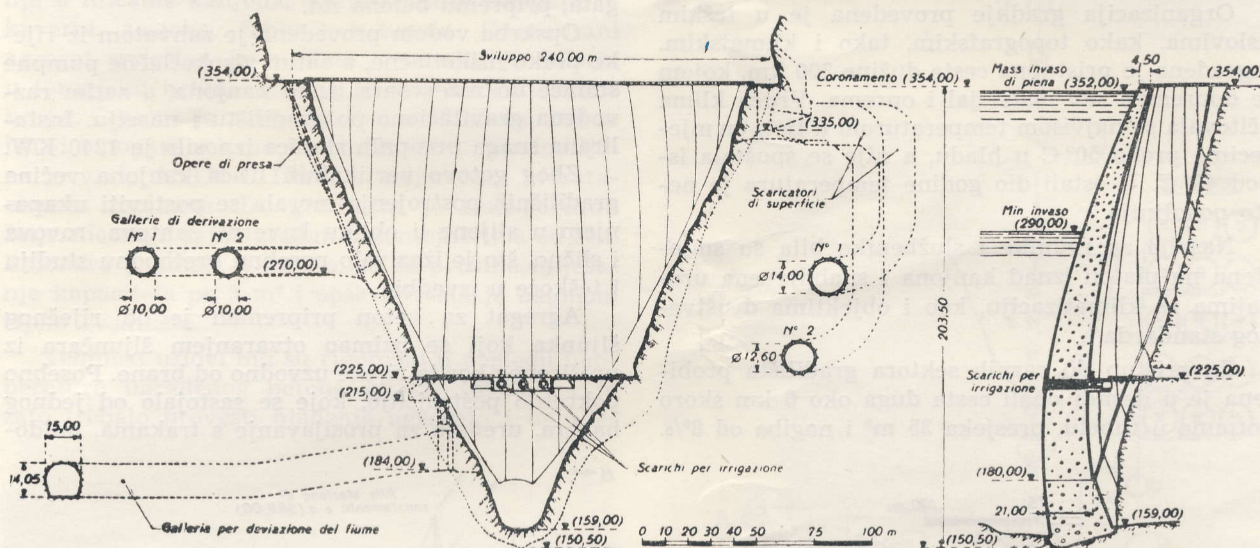
Pripremni radovi za izgradnju brane Dez obavljeni su tokom 1958. i 1959. god. Međunarodna licitacija održana je jula 1959, te su radovi izdani konzorciju talijanskih poduzeća »Impregilo S.p.A.« (»Impresit« — Girola — Lodigiani) kao najpovoljnijem izvođaču s iskustvom u gradnji sličnih objekata. Glavni radovi počeli su u januaru 1960. god., a prema ugovoru trebali su biti dovršeni za 3 god., što je i ostvareno.

Betonska brana izvedena je u obliku tankostijenog luka sa dvostrukom zakrivljenošću, maksimalne visine 203,50 m. Debljina u stopi je 21 m, a u kruni 4,50 m. Dužina krune brane iznosi 240 m. U branu je ugrađeno 465.000 m^3 betona, a za temelje je iskopano 403.000 m^3 stijene. Ova brana najveća je na Srednjem istoku, a spada i među najveće na svijetu (v. sl. 1.).

Nizvodno od brane u desnoj obali smještena je elektrana, čija se strojarnica nalazi u podzemnoj kaverni vel. 76 × 18 × 36 m, opremljena sa četiri agregata ukupne snage 260 MW, koji koriste maksimalni brutto pad od 176 m i protoku Qi = 200 m^3/sek.

Zahvat vode smješten je u desnoj obali uzvodno brane. Ulazni uređaj ima dva otvora na koje se nastavljaju dovodni tuneli ⌀ 10,0 m, a na njih po 4 tlačna cjevovoda ⌀ 4,0 m u nagibu 52° do predturbinske zasunske komore (v. sl. 3.).

Za evakuaciju velikih voda služi preljev u lijevoj obali. Sastoji se od dvije ulazne građevine veličine otvora 25 × 17 m. Na svakom otvoru su



Sl. 1: Izgled i presjek brane Dez



Sl. 2: Pogled na kanjon uzvodno brane

dva sektorska zatvarača veličine 10,5 × 15 m. Na otvore se nastavljaju horizontalne galerije, koje zatim prelaze u kose šahtove, a iz njih odvodni tuneli u različitim nivoima i to gornji ⌀ 14,0 m i donji ⌀ 12,6 m (v. sl. 1.).

Tri ispusta u trupu brane ⌀ 2,74 m služe za ispuštanje vode za potrebe navodnjavanja.

Organizacija gradnje provedena je u teškim uslovima, kako topografskim, tako i klimatskim. Izgrađena je pristupna cesta dužine 300 km, kojom je dopreman sav materijal i oprema. Vruća klima očitovala se najvišom temperaturom u ljetnim mjesecima preko 50° C u hladu, a nije se spuštala ispod 40° C. U ostali dio godine temperatura je nešto povoljnija.

Naselja za radnike i službenike bila su smještena na platou iznad kanjona i snabdjevena uređajima za klimatizaciju, kao i objektima društvenog standarda.

Za pristup do raznih sektora gradilišta probijena je u desnoj obali cesta duga oko 6 km skoro potpuno u tunelu, presjeka 35 m² i nagiba od 8%.

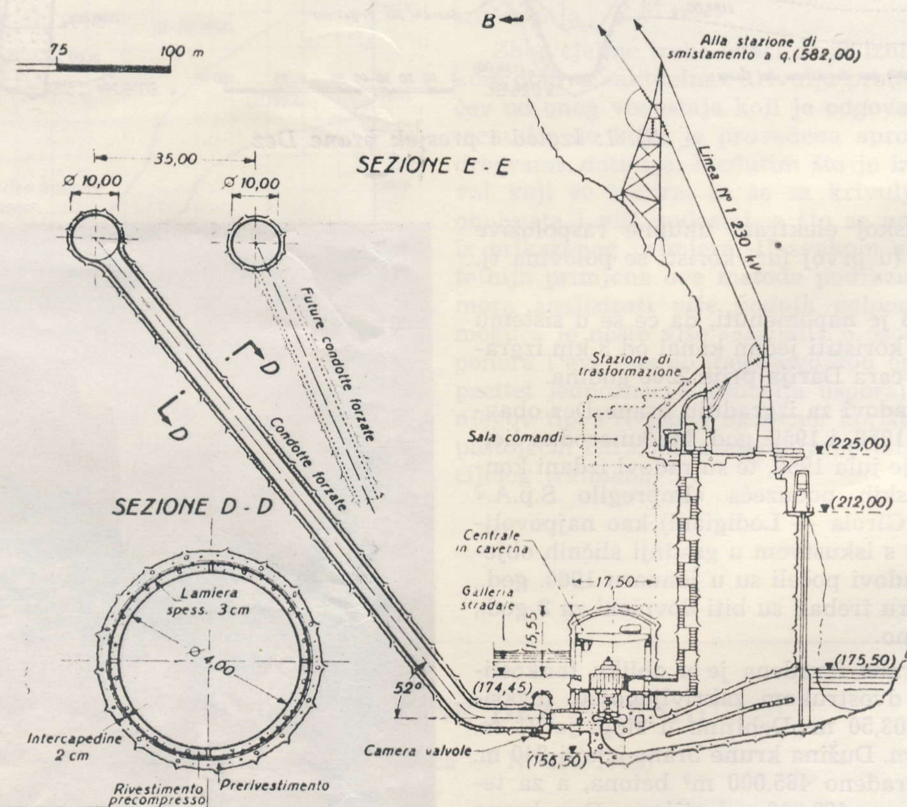
Gradilište je bilo snabdjeveno centralnom mehaničkom radionicom, a električna energija dobivala se iz vlastite termoelektrane snage 9000 KS.

Transportna sredstva uglavnom su činili dumperi »Euclid« od 22 t. Ostala mehanizacija bila je zastupljena s 5 velikih bagera, brojnim buldožerima, utovarivačima, uređajima granuliranje agregata, pripremu betona itd.

Opskrba vodom provedena je zahvatom iz rijeke preko niskotlačne, a zatim visokotlačne pumpne stanice do rezervoara iznad kanjona, a zatim razvođena gravitaciono po gradilištu i naselju. Instalirana snaga pumpnih stanica iznosila je 1240 KW.

Zbog gotovo vertikalnih litica kanjona većina gradilišnih postrojenja morala se postaviti ukapanjem u stijene u obliku kaverni, šahtova, rovova i slično, što je izazivalo posebnu prethodnu studiju i teškoće u izvedbi.

Agregat za beton pripreman je od riječnog šljunka koji se uzimao otvaranjem šljunčara iz proširenog korita rijeke uzvodno od brane. Posebno pokretno postrojenje, koje se sastojalo od jednog bagera, uređaja za prosijavanje s trakama, buldo-



Sl. 3: Presjek kroz strojarnicu i tlačne cijevovode

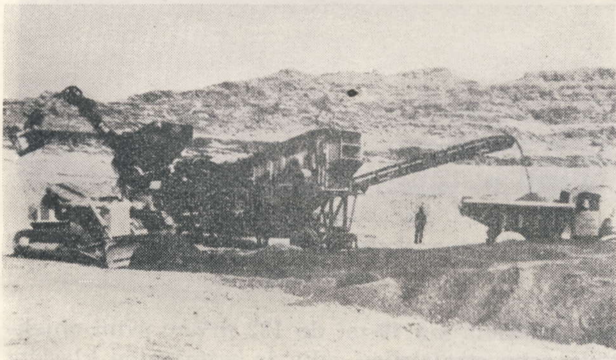
Pristup na lijevu obalu bio je omogućen jedino pomoćnom žičarom, dok se nisu postavila dva radijalna kabel krana nosivosti po 20 t za izvedbu brane. Preko kanjona postavljeno je ukupno 4 kabel krana, a nizvodno brane jedan Bailey-most za pristup izlaznoj građevini preljeva. Dopuna kabel kranovima za vrijeme betoniranja bile su 2 Derik dizalice dosega 60 m.

žera i nekoliko dumpera, osiguravalo je dnevnu proizvodnju 2200 m³ šljunka (v. sl. 4.) dopremljenog na gradilište na deponiju iznad kanjona. Postrojenje u šljunčari odvajalo je prirodne frakcije od 0—19 mm, što je odbacivano kao škart zbog prevelike sadržine silicijevih spojeva za koje se utvrdilo, da štetno djeluju u betonu s alkalijama iz cementa, te bi došlo do smanjenja čvrstoće.

U postrojenju za pripremu agregata na gradilištu proizvodilo se 6 frakcija: od 0,1—1, 1—4,5, 4,5—19, 19—37, 37—75 i 75—150 mm (po američkoj praksi).

Shematski prikaz na sl. 5. daje uvid u organizaciju pripreme agregata i betona. Izvođači su imali velikih teškoća oko smještaja svih postrojenja u liticama kanjona, što je riješeno iskapanjem kaverni, zasjeka, šahtova i tunela. Granulirani agregat smještan je u silose, a iz njih je dolazio u toranjsku betonaru, koja je bila na koti krune brane. Cement je uskladištavan u 15 silosa, 200 m iznad betonare s kapacitetom 20.000 t. Upotrebljena je vrsta ASTM-C 150/56 s umjerenom hidratacionom toplinom. Do gradilišta je transportiran željeznicom, a zatim cestom u kontejnerima od 10 t. Betonara je imala 4 miješalice za prisilno miješanje kapaciteta po 3 m^3 i opskrbljivala je betonom cijelo gradilište.

Tehnički uslovi bili su rigorozni u pogledu temperature ugrađenog betona (maks. 15^0 C), pa je zato trebalo provesti hlađenje agregata i ugrađe-

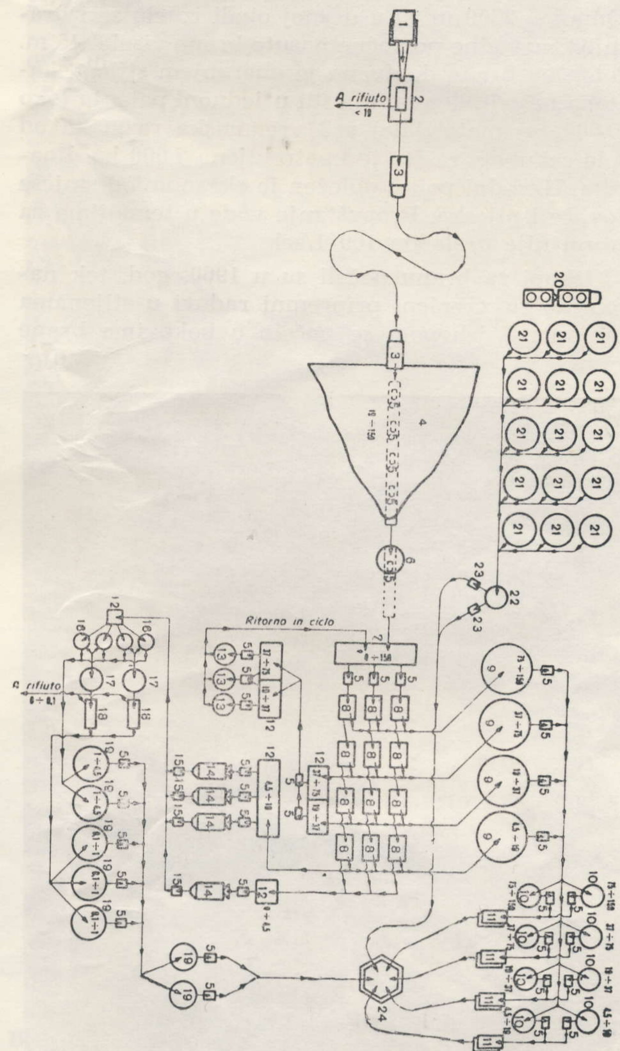


Sl. 4: Pokretno postrojenje u šljunčari. Buldožer odbacuje agregat manji od 19 mm, dok se »Euclid« puni preko drugog transportera.

nih betona. U tu svrhu postavljeno je specijalno postrojenje (hladnjača) kapaciteta 4,450.000 frigoria/sat postignutih sa 8 motornih kompresora »Frick« i 6 amonijačnih kompresora »Carrier« 5 I 62.

Pogonska energija potrebna za postrojenje iznosila je 1730. KW. Rashladni uređaji smješteni su u kavernu iskopanu u stijeni veličine 63 × 11 × × 6 m. Cijelo postrojenje dimenzionirano je za maksimalnu satnu ugradnju betona 160 m^3 i mjesečnu 60.000 m^3.

Agregat je hlađen (osim pijeska do 4 mm) sistemom potapanja u vodi temperature $+1^0$ C sa stalnom cirkulacijom. Operacije hlađenja bile su potpuno automatizirane jer ručno upravljanje s nekog komandnog mjesta nije bilo moguće zbog složenosti procesa. Voda za mješanje betona imala je temperaturu $+1{,}5^0$ C. Hlađenje ugrađenog betona u brani i ostalim objektima provodilo se sistemom spiralnih cijevi s neprekidnom cirkulacijom vode od $+13^0$ C. Temperatura je održavana pomoću posebnog ispravljača topline.



Sl. 5: Shema postrojenja za proizvodnju agregata i betona.

Legenda: 1. Bager, — 2. Pokretni separator, — 3. Dumperi, — 4. Deponija agregata, — 5. Transporteri-dodavači, — 6. Šaht vis. 70 m za spuštanje, — 7. Koš za usipavanje, — 8. Separacija, — toranj sa sitima i pranje, — 9. Silosi za šljunak, — 10. Silosi za hlađenje šljunka, — 11. Sita za sušenje, — 12. Koševi za sakupljanje, — 13. Drobilice »Symons«, — 14. Mlinovi za pijesak, — 15. Pumpe za pijesak, — 16. Centrif. vibrirajuća sita za pijesak »Symons«, — 17. Taložnici, — 18. Sušionici za fini pijesak sa sitima od 0,1 mm 19. Silosi za pijesak, — 20. Vozila za prijevoz cementa, — 21. Silosi za uskladištenje cementa, — 22. Poslužni silos za cement, — 23. Pumpe za cement, — 24. Toranjska betonara.

Kratkoća roka izvedbe brane i ostalih objekata uslovila je brzi tempo građenja, kojemu je glavni cilj bilo zatvaranje obilaznog tunela krajem 1962.

god., i stvaranje prve djelomične akumulacije u kišnoj sezoni 1962/63. god. prije potpunog završetka radova.

Skretanje rijeke kroz obilazni tunel ϕ 15 m (Q_{max} = 2200 m^3/s) u desnoj obali izvelo se izgradnjom uzvodne pomoćne nasute brane visoke 45 m. Pomoćna brana dobivena je obaranjem stijena kanjona na određenom mjestu u jednom palenju (oko 22.000 m^3 materijala) s 3 vremenska razmaka od pola sekunde, za što je upotrebljeno 7.000 kg dinamita. Uzvodni pokos obložen je ekranom od smjese ilovače i pijeska. Propuštanje vode u temeljima za branu nije prelazilo 100 1/sek

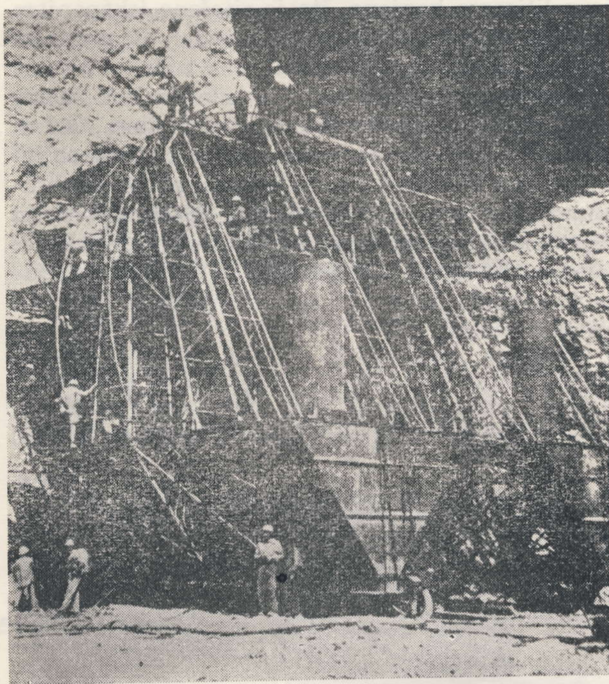
Iskopi za branu počeli su u 1960. god. tek nakon što su završeni pripremni radovi u stijenama kanjona. S iskopom se počelo u bokovima brane



Sl. 6: Iskop za branu u lijevom boku

odozgo prema dolje u slojevima 12 do 14 m visine (v. sl. 6.). Normalna otpucavanja bila su oko 3000 m^3 odjednom. Od eksploziva upotrebljen je gelignit (0,50 kg/m^3) i amonijev nitrat, a detonatori su bili s mikrousporivačima. Nakon otpucavanja materijal je buldožerima rušen na dno kanjona, a odavde izvožen na deponiju kroz pomoćni tunel sa početkom u centru hrpe oborenog materijala u kojem se stvarao lijevak, što je pospješivalo utovar. Dnevni učinak odvoza iznosio je 5000 m^3. Bušotine za miniranje izvođene su »wagon-drillom«.

Podzemni iskopi bili su težak problem radi neuobičajeno velikih profila i tvrde kompaktne stijene (baktijarski konglomerati). Moralo se bušiti pištoljima preko 50 kg i bušačim glavama 52 do 62 mm, montiranim na specijalna masivna pokretna postolja (v. sl. 7.). Napredovanje se provodilo pu-



Sl. 7: Pokretna skela za bušenje za gornji tunel preljeva

nim profilom (od 40 m^2 do 182 m^2), u svim objektima osim strojarnice, gdje je primjenjen klasični sistem s proširenjem u kaloti.

Nakon iskopa za bok brane, u desnoj obali pokazale su se brojne pukotine (dijaklaze) upravo ispod postrojenja za pripremu agregata. Postojala je opasnost rušenja oko 25.000 m^3 stijene, što bi dovelo do uništenja postavljenih uređaja i odgodilo rok dovršenja, pa se prema preporuci eksperata pristupilo sanaciji stijene pomoću buloniranja i podupiranja zidovima cijele ugrožene zone. Postavljeno je 560 bulona, te dobivena kompleksna sila od 16.000 t za osiguranje od rušenja. Cijela zona naknadno je injektirana i drenirana. Ovom operacijom postiglo se mnogo, jer je omogućena prva akumulacija krajem 1962. god., što se ne bi ostvarilo da se premještalo cijelo postrojenje za pripremu agregata i betona.

Prema programu u branu je ugrađivano 2500 m^3 betona dnevno, a mjesečno 50.000 m^3.

Betoniralo se u metalnoj oplati 3 m visine sastavljenoj od jednakih elemenata s rešetkastim konzolama računatim na pritisak uz maksimalni nagib (do 28%). Oplatu je podizala dizalica od 7 tona, koju je kabel kran prebacivao na potrebna

mjesta. Dopremanje betona od betonare do mjesta ugradbe vršilo se kontejnerima od 6 i 2 m^3 (v. sl. 8.).

Beton je doziran s 250 kg cementa po 1 m^3. Postizavane su znatne čvrstoće od 320 do 370 kg/cm^2 nakon 28 dana, i vrlo dobra obradljivost, kao i nepropusnost, što je bio rezultat povoljne granulacije, stalnog nadzora i laboratorijske kontrole.

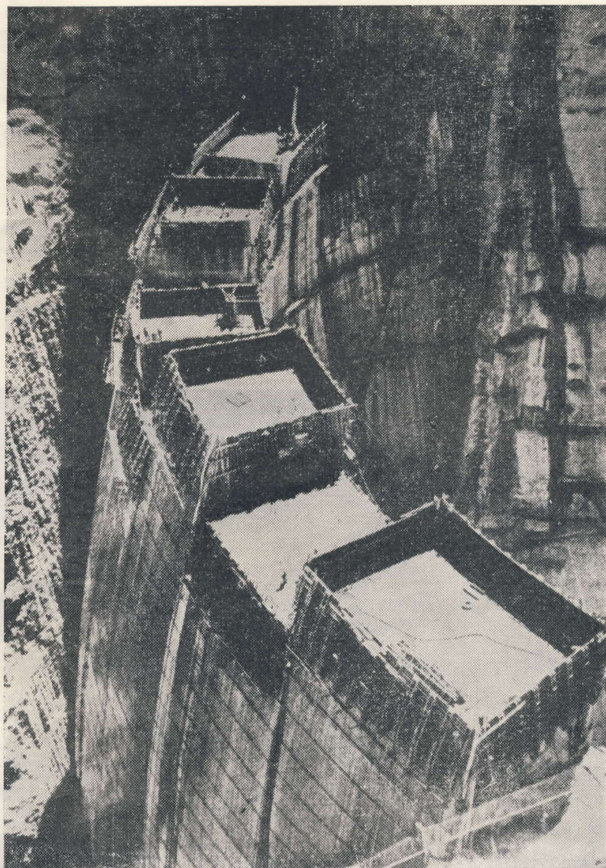
Ispod brane izvedena je injekciona zavjesa, a cijela zona ispod temelja injektirana je konsolidacionim injekcijama prije početka betoniranja.

Podzemni objekti betonirani su betonskim pumpama »Rex« za transport i ubacivanje betona u oplate, koje su isključivo bile metalne (teleskopske), slične konstrukcije kao na brani. Kod svih tunela prvo je izvođen podnožni svod. Kod zakrivljenih i kosih tunela nije bila dopuštena poligonalna izvedba pa je primjenjivana sjecijalna konstrukcija oplate. Dnevni učinak kretao se od 400 do 500 m^3.

Sve montažne radove, uključivši opremu elektrane, ugovorio je izvođač građevinskih radova, što je praksa kod gotovo svih velikih objekata u inostranstvu. Dobavu i montažu opreme izvelo je tada subakordantno specijalizirano poduzeće.

Zatvaranje obilaznog tunela uspješno je izvedeno krajem novembra 1962. god. spuštanjem zatvarača ulazne građevine i betoniranjem betonskog tampona u tunelu. Betoniranje brane završeno je 1. XII 1962. god. tj. za 13 mjeseci.

(Autor: dr ing. S. *Morpurgo*, Milano
Skraćeni prijevod: ing. Z. *Blažević*)



Sl. 8: Brana u izgradnji, augusta 1962. god.

Kratke vijesti

Podvožnjak u ulici B. Kidriča u Rijeci

Ukrštavanje u nivou željezničke pruge prema Zagrebu sa ulicom Borisa Kidriča predstavlja jedan od najtežih saobraćajnih problema u Rijeci. Pred brkljom, koja je zatvorena ukupno preko 7 sati dnevno, sakuplja se uvijek dugi niz vozila, naročito za vrijeme turističke sezone.

Za rješenje ovog križanja bilo je već više prijedloga, no nijedan od njih nije bio prihvaćen. Urbanističkim planom grada Rijeke predviđa se ukidanje ovog dijela pruge, koji bi se nakon toga koristio kao cestovna saobraćajnica. Međutim, rekonstrukcija riječkog željezničkog čvora još nije stvar neposredne budućnosti, a ovaj akutni saobraćajni problem postaje svake godine sve teži. Stoga je Fond za unapređenje komunalne djelatnosti u Rijeci raspisao ove godine uži natječaj za izradu rješenja tog križanja. Riječkim projektnim poduzećima, Građevno-projektnom zavodu i »Rijeka-projekt« dato je u zadatak da svako izradi po jedan idejni projekt sa nadvožnjakom i podvožnjakom.

Ocjenjivačka stručna komisija, koju je formirao Odjel za komunalne poslove NOO Rijeka, pregledala je primljene elaborate i donijela odluku da od 4 predložena idejna projekta najpovoljnije rješenje predstavlja projekt podvožnjaka Ing. Ozrena Sekulića iz »Rijeka-projekta«. Njegov prijedlog vidljiv je iz reproducirane perspektive, koju je izradio Ing. arh. B. Pavoković.

Investitor je u svom programu, među ostalim predviđao da bi se, bilo nadvožnjak bilo podvožnjak, izvodio u punoj širini sadašnjeg kolovoza ulice B. Kidriča. Međutim, izričito je istaknuo u programu da su navedene samo opće smjernice od kojih projektanti mogu odstupiti, ukoliko — uzevši u cjelini — nađu mogućnost povoljnijeg rješenja, te da će se tek svestranom analizom natječajnih radova utvrditi konačni projektni program.

Osnovna karakteristika odabranog rješenja sastoji se upravo u prijedlogu da se suzi spušteni dio ceste na samo dvije kolovozne trake, a ostale dvije trake

sa strane ostave u sadašnjem nivou. Za pješački promet nije predviđena nikakova promjena prema sadašnjem stanju, jer je njihovo zadržavanje — uz postojeće uređaje — minimalno.

Drugo rješenje sa podvožnjakom predviđalo je spuštanje ceste u punoj širini, te izvedbu podhodnika sa stepenicama za pješake na obje strane.

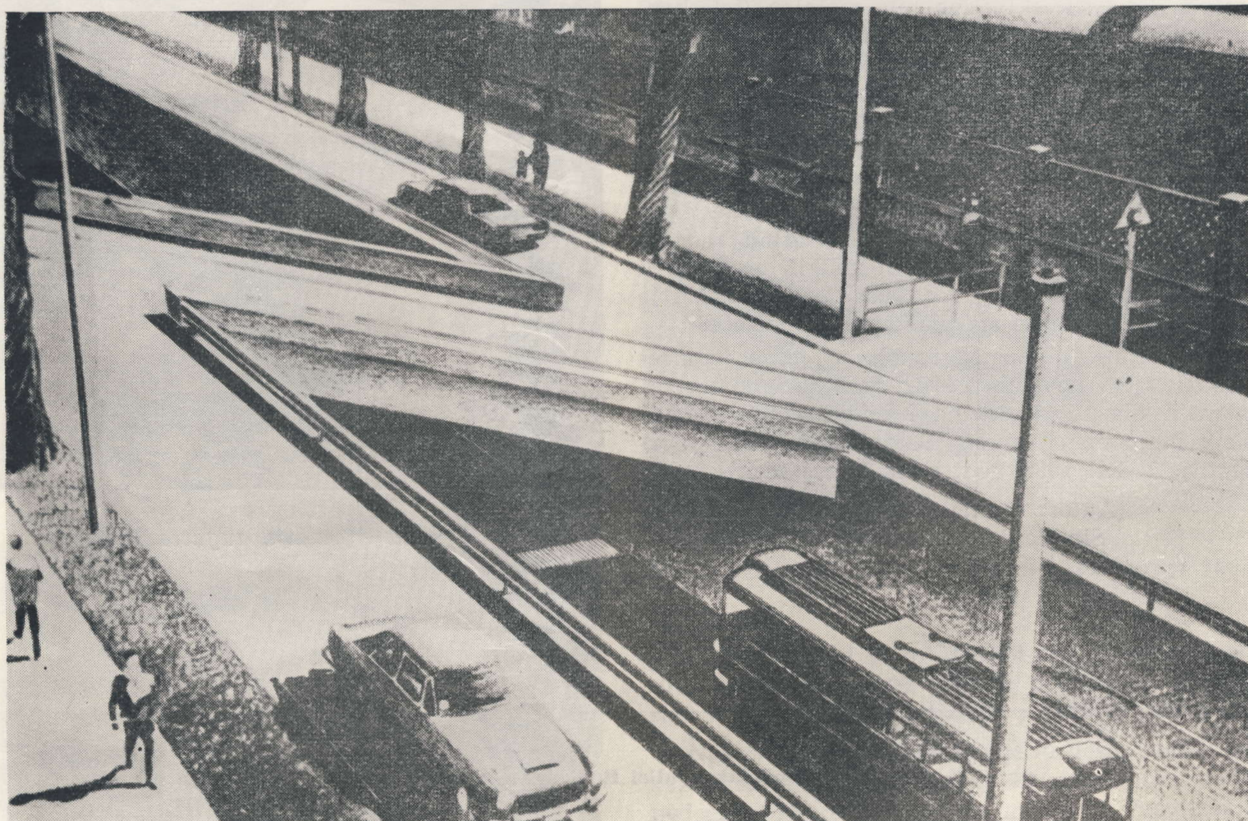
Kod rješenja sa nadvožnjakom predviđena je u oba projekta izvedba rampa i mosta preko postojeće pruge u punoj širini ceste. Prostor ispod mosta s obje strane pruge iskorišten je uglavnom za prodavaonice.

Građevinska oprema za Skopje

Do kraja ove i u idućoj godini građevinarima će biti potrebne, za izgradnju Skopja, građevinske mašine u vrijednosti od oko 8 milijardi dinara.

Predviđeno je da se izvjesna količina ovih mašina uveze, dok bi jedan dio isporučila domaća mašinogradnja.

Na spisku opreme koju treba nabaviti nalaze se mašine za iskope i transport, betonske baze, kamionske miješalice, dizalice, bageri, finišeri, pervibratori, otkopni čekići, kompresori i druge mašine. **R. P.**



Što se tiče pješačkih staza one kod jednog projekta ostaju kako su sada, dok su kod drugog predviđeni podhodnici za pješake, na sjevernoj strani sa stepenicama, a na južnoj duži, sa rampama.

Sigurno je da će izvedba podvožnjaka predstavljati znatno veće poteškoće nego bi to bio slučaj s nadvožnjakom. Kod izgradnje podvožnjaka doći će se u podzemnu vodu dubine oko 3 m, a poseban problem bit će i izvođenje radova ispod željezničkog kolosijeka kod ove jako frekventirane pruge, ukoliko ne bude moguće privremeno preloženje pruge na križanju. Međutim, detaljnom analizom u odabranom projetku, pokazano je da to rješenje pruža znatne prednosti, kako odmah nakon izgradnje, tako i u budućnosti iza ukidanja ovog dijela pruge, pa je stoga ono predviđeno za izvedbu usprkos navedenim poteškoćama.

Ing. V. Jur.

Iz rada konstrukcionog biroa građevinske industrije, Zagreb

Ova projektna organizacija djeluje kao poduzeće za objavljanje svih projektantskih poslova — od ispitivanja sirovina do stavljanja u pogon gotovih industrijskih objekata.

To je u stvari »Engineering« za industriju građevnih materijala. Konstrukcioni biro primjenjuje najsuvremenije naučnotehnološke metode u razvijanju i unapređenju industrije građevnog materijala.

Radi na području cementa, vapna, gipsa, keramike i opekarskih proizvoda.

Poduzeće raspolaže vlastitim kemijsko-fizikalnim laboratorijem, odjelom za projektiranje tehnoloških procesa, odjelom za strojarske konstrukcije i projekte, odjelom za građevinsko arhitektonsko projektiranje,

odjelom za projektiranje elektropogona i instalacija, te grupom za ekonomska proučavanja i analize.

Ova kompletna projektna organizacija putem svojih stručnjaka vrši i nadzor nad izvedbama svih radova izgradnje, kontrolira izvedbu opreme i njenu montažu, te organizira i rukovodi stavljanjem tvornica u probni i redovni pogon.

Pored brojnih tvornica koje su kod nas podignute ili modernizirane po projektima izrađenim u ovom poduzeću, valja istači da su u inozemstvu izgrađene ili se upravo grade četiri nove tvornice — portland cementa: u Adis Abebi (Etiopija), u Cherrapunji (Indija) i u Rabaku (Sudan) — te cigle i crijepa u Conacryu (Gana).

R. P.

Prvi radovi na izgradnji savskog pristaništa u Brčkom

Ove su godine počeli prvi radovi na izgradnji pristaništa na obali Save u Brčkom, koje pri sadašnjem stanju operativne obale i bez mehanizacije praktično i nema nikakav širi privredni značaj.

Međutim, preko ovog pristaništa moglo bi da ide na riječni put oko 4 milijuna t uglja, ne računajući ostalu robu.

Uskoro će biti završeno nasipavanje jednog dijela operativne obale. Za ove radove Pristanišno poduzeće u Brčkom osiguralo je 60 milijuna dinara, dijelom iz vlastitih fondova, dijelom iz Investicionog fonda BiH, a dijelom iz lokalnih izvora. No, da bi ovaj dio obale mogao i da se eksploatira, potrebno je još oko 200 milijuna dinara. Sredstva bi bila upotrebljena za betonsko oblaganje nasutog dijela operativne obale i nabavu najnužnije mehanizacije.

Ova prva, faza izgradnje pristaništa omogućila bi promet od oko 600.000 t uglja.

R. P.

Lučko skladište na Ljubljanskoj obali u Rijeci

Na Ljubljanskoj obali u Rijeci gradi se moderno lučko skladište. Skladište će biti dugo 223, široko 31 i visoko 23 m. U izgradnju će biti uloženo oko milijardu i po dinara. Površina čitavog skladišta iznosit će oko 35.000 m^2. Objekat će imati 10 najsuvremenijih liftova.

Završetak radova na objektu predviđa se do kraja 1964. god. Dio novog skladišta već je završen, u njemu je već uskladišten prvi teret.

Radove izvodi građevno poduzeće »JADRAN« — Rijeka.

M. Mar.

U NEKOLIKO REDAKA...

U Titogradskom preduzeću **»Istražno«** radi se na dobivanju novih komponenata koje treba da uđu u sastav injekcionih masa. Radi se o tome, da se jedan dio cementa zamjeni zgurom i time smanji učešće cementa u injekcionoj masi.

U Beogradu je u organizaciji Saveza građevinskih inženjera i tehničara Srbije održano savjetovanje (26. i 27. X) o dugoročnom planiranju investicionih radova i utjecaju na cijene građenja i optimalnom razvoju građevinskih kapaciteta.

U Kovinu uskoro počimlje gradnja velike fabrike za preradu ljekovitog bilja. Ovaj objekt bit će završen iduće godine.

U Šapcu je počela gradnja nove robne kuće. Radove izvodi »Graditelj« iz Aranđelovca.

U Arilju je počela izgradnja fabrike za proizvodnju industrijskih sita, kao pogona Valjaonice bakra Sevojno. Površina nove fabrike iznosit će 3000 m^2. Radove izvodi građevno poduzeće »Beton« iz Novog Sada.

Za stanove 36% više. — Do početka augusta građevinari su zaključili poslove za preko 477,2 milijarde dinara, što je za 28,6% više nego u isto vrijeme prošle godine. Najviše novih radova odnosi se na stambene objekte.

U Valjevu je građevinsko poduzeće »Jablanica« počelo gradnju stanova za prodaju. Odobreni kredit od 275 milijuna dinara omogućit će poduzeću gradnju 110 stanova, od kojih 80 jednosobnih i 30 dvosobnih.

»Jugoinvest« iz Beograba potpisao je u govor sa jednom Jordanskom firmom o gradnji kanalizacije i postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda u Amanu. Radove će u ime poslovnog udruženja »Jugoinvest« izvoditi beogradsko poduzeće »Rad«.

Statistički podaci o građevinarstvu. — Indeks proizvodnje januar-juni 1963. u odnosu na isto razdoblje 1962 = 100, a indeks zaposlenosti 104.

R. P.

PREFABRIKATI

ZAKLJUČKOM REDAKCIJA ČASOPISA PREFABRIKATI I GRAĐEVINARA, PREFABRIKATI ĆE IZLAZITI U SASTAVU NAŠEG LISTA. MOLIMO ZA SURADNJU.
UREDNIŠTVO.

INDUSTRIJALIZACIJA STAMBENE IZGRADNJE U FRANCUSKOJ

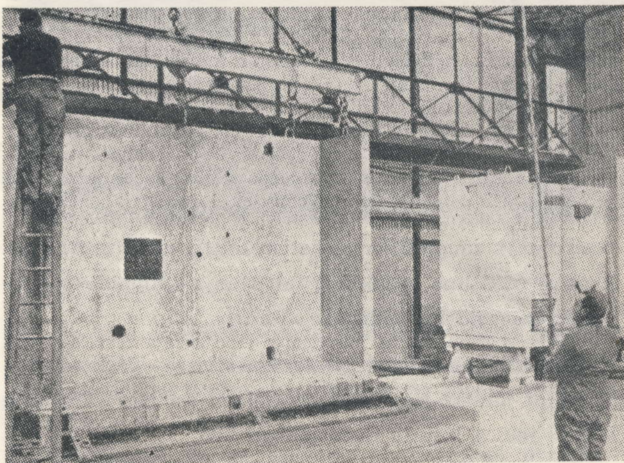
Ing. **Milan Kružičević,** Zagreb

(Kraj)

Sistem »Logirex«

Teški elementi proizvode se u tvornici koja je pokretna. Industrijalizacija je potpuna. Po ovom postupku montaže je izgrađeno u Francuskoj 10.000 stanova.

Najinteresantniji elemenat je »polyblac« tj., pano od cca 8 tona koji je izveden tako da sadrži dio stropa i pregradu.



Sl. 1: Izrada tzv. »polybolc« panoa koji je potpuno opremljen u tvornici

S obiju strana ovog panoa instalirana je u tvornici oprema za kuhinju i kupaonicu.

»Polyblac« sadrži sve provodnike (dimovodne) otvore za smeće, ventilacije, uspinjuće vodove (voda, plin, grijanje i elektrika).

Sve naprave: sanitarne i druge (od nekorodirajućeg metala) postavljene su i pričvršćene prije isporuke panoa na gradilište.

Specijalni uređaj u obliku kesona prekriva i štiti opremu za vrijeme rukovanja. Svaki od elemenata: stropni, zidni i fasadni teški su oko 8 tona. Panoi se montiraju pomoću dizalica na gumenim točkovima, a uspravljaju se pomoću kosnika. Ukrućenje



Sl. 2: Montaža »polybloc« panoa

se postiže spojevima među panoima i povezivanjem sa stropnim elementima.

Svi elementi prefabricirani su osim temelja koji se izvode na klasičan način.

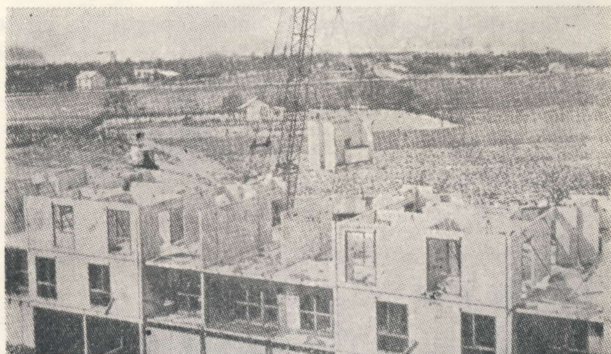
Toplinska i zvučna izolacija postiže se pomoću stropora koji je ugrađen u panoe.

Rezultati na području zvučne izolacije su odlični, bez buke i prijenosa zvuka, tako da osigurava ugodan odmor u stanu. Što se tiče toplinske izola-

cije, svi toplinski mostovi su eliminirani. Ne postoji nikakva kondenzacija.

Prosječni koeficijent za zgradu iznosi K = 0,83. Materijali odabrani za fasadu imaju isti koeficijent kao za pune dijelove.

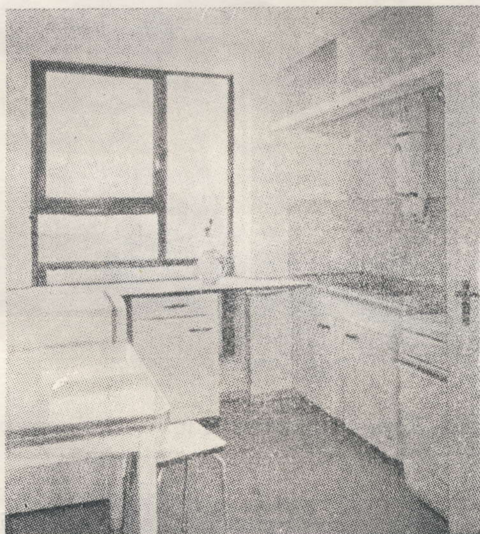
Materijali, oprema i razne naprave brižljivo se odabiru i svi su prvorazredne kvalitete.



Sl. 3: Montiranje III etaže

Sistem ventilacije se provodi vrlo rigorozno. Grijanje toplom vodom omogućeno je kroz strop. Stanovi su dvostruko orjentirani što omogućava veliku osvjetljenost i insolaciju.

Radovi na gradilištu vrlo su ograničeni; sastoje se u montiranju elemenata, njihovom reguliranju, zapunjavanju spojeva i obradi nekih sitnih detalja.



Sl. 4: Unutrašnjost kuhinje

Na fasadi se montira sistem laganih cijevi čiji je zadatak da štiti radnike pri montaži. Ove se cijevi montiraju postepeno prema napredovanju montaže.

Akcionim radiusom smatra se udaljenost od 50 km, a minimalni broj stanova na istom terenu, uzimajući rentabilnost opreme gradilišta, iznosi 64 stana (tj. 4 bloka po 16 stanova). Cijene su nešto ispod državnog plafona, tj. onih objekata koji se grade iz fonda HLM. (Hobitation Logement Moderne), a koji se izdaju na zajam , ali su nešto veće od onih što se grade po nekim drugim postupcima.

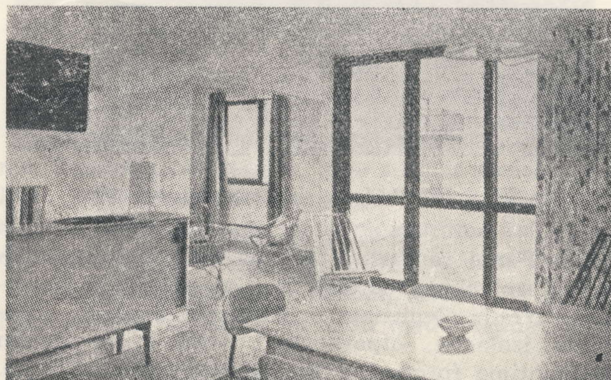
Među novostima sistema »Logirex«, vrijedno je spomenuti:

— servis garantira tačnost izvedbe, a uslužuje bilo prije stupanja u posjed bilo kod popravaka.

— servis »mode d'emploi« obučava korisnike stanova, kako treba stanovati, a iskustvo pokazuje od kolike i kakove je to koristi.

Nezavisno od ove dvije aktivnosti »Logirex«-a, grupa kupaca nabavlja korisnicima svu opremu po želji i pristupačnim cijenama.

Udruženje »Logirex« sve više stvara čisto udruženje nekretnina, prirodni je kupac i permanentno udruženje za konstrukcije. Sa svojim raznim servisima, koji su već u pogonu, organizacija »Logirex« čini zaista jednu svojstvenost koja je stvorila trgovački lanac. Začetnici sistema »Logirex«, su uveli u zgradarstvo nove ideje, pristupili su novim principima sistematske organizacije i racionalizacije.



Sl. 5: Unutrašnjost sobe

Odgovarajuće realizacije imaju u ovom slučaju karakter zaista industrijske proizvodnje i mehanizirane koje upotrebljavaju važna industrijska sredstva.

Na taj način moguće je stanove tretirati kao proizvodnju s obaveznom garancijom.

Ovim koncepcijama »Logirex« odlučno odbacuje klasično shvaćanje uloge poduzetnika i stvara primjer suvremene integracije.

Postupak »Camus«

Prefabrikacija je potpuno industrijalizirana, betoniraju se kompletno svi elementi u tvorničkim kalupima: zidovi, pregrade i stropovi potpuno odgovaraju dimenzijama dijelova stana, podesti, stubišna krila, balkoni itd.

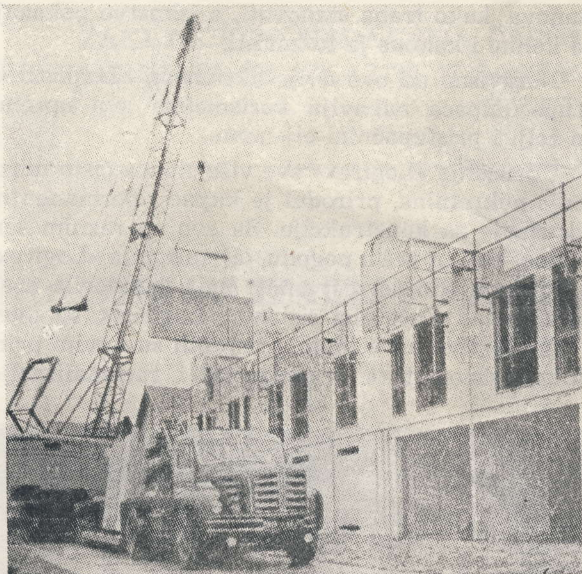
Temeljni principi jesu:

— Važnost serijske proizvodnje u najvećem dijelu dozvoljava viši ili niži stupanj tvorničke industrijalizacije.

— Ograničeni gabarit transporta dozvoljava za stanove izradu samostalnih elemenata, zidnih panoa, pregrada i stropova.

Vrata i prozori ugrađuju se u elemente prigodom prefabrikacije.

— Površine elemenata dovršavaju se u tvornici, a veza među elemente vrši se nakon montaže u obliku »prirodnog zgloba« smještenog na uglovima.



Sl. 6: Pogled na sigurnosnu ogradu

— Panoi se sastoje od različitih betona, maltera i izolacione materije koji se ugrađuju za vrijeme izrade elemenata u kalupima, a prema uslovima izolacije, otpornosti i veza s ugrađenim elementima (prozori, vrata, obloga i kanalizacija).



Sl. 7: Transport elemenata pomoću »polu-remorkera«

— Betoni su armirani: unutarnja armatura daje bloku otpornost prigodom rukovanja, transporta i ugradbe. Vanjska armatura omogućava pričvršćenje za rukovanje i povezivanje.

— Prefabrikacija panoa je horizontalna ili vertikalna:

Horizontalna fafbrikacija:

Ovim načinom uglavnom se proizvode vanjski zidni panoi ili stropni panoi s oblogom; proizvode se na metalnim stolovima perfektno poliranim.

Elementi i armatura ugrađuju se na licu mjesta u kalupe. Ako se postavlja obloga, to se čini na taj način, što se postavlja kao najdonji sloj u kalupu.

Gornja površina izravnava se i zaglađuje pomoću ravnala.

Vezanje i otvrdnjavanje betona postizava se za 6 sati. To se postiže pomoću pokretnog zvona koje se zagrijava cirkulacijom vode od 100°C.



Sl. 8: Montiranje fasadnog panoa treće etaže

Panoi, koje treba izvoziti u vertikalnom položaju, proizvode se na okretnim stolovima.

Vertikalna prefabrikacija; odnosi se samo na izradu jednostavnih panoa koji se sastoje od samo jedne vrste betona (neki unutarnji zidovi i stropovi bez obloge). Oni se betoniraju u grupi od 8 do 12 kalupa.

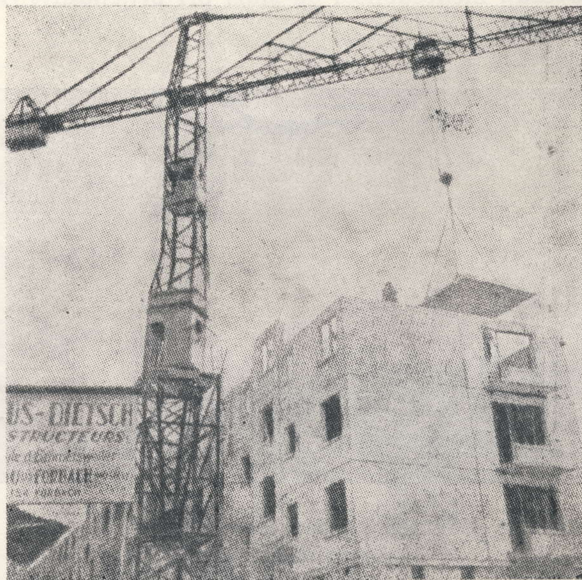
Rukovanje i uskladištenje:

Ovo se postiže pomoću pokretnih mostova koji poslužuju 6 do 8 stolova ili dvije baterije kalupa. Ovi mostovi izvoze panoe izvan proizvodne hale. Teške dizalice ih prihvaćaju i razvrstavaju na skladišnom prostoru ili ih utovaraju direktno na vozila za otpremu.

Transport:

Transporti se vrše pomoću traktora i polu-remorkera.

Remorkeri mogu primiti od 4 — 8 panoa.



Sl. 9: Montiranje stropnog panoa nad trećom etažom

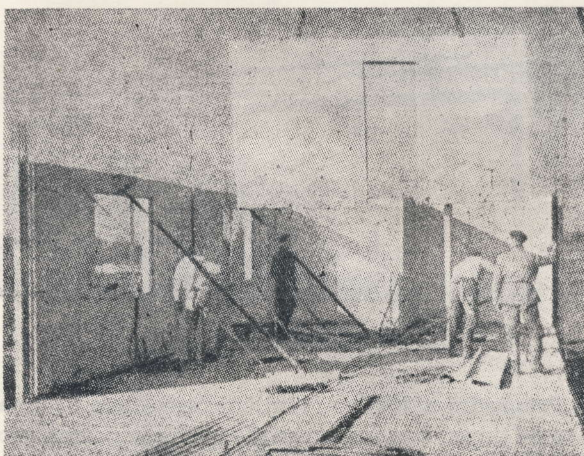
Rajon distribucije ovisi naravno o prirodi područja. Može se uzeti od prilike 50 km.

Priprema gradilišta:

Prije montaže treba pristupiti pripremi terena, puteva i raznim mrežama, planiranju i fundiranju te instaliranju dizalica.

Montaža:

Montaža se vrši nakon temeljnog zida bez prethodnog kostura. Panoi stižu remorkerom i direktno se postavljaju na odgovarajuće mjesto pomoću dizalice.



Sl. 10: Montiranje pregradnog panoa i zaljevanje spojeva

Užad, koja je, učvršćena na donji završni stup, te klinovi omogućavaju precizno reguliranje elemenata.



Sl. 11: Dovršena zgrada sistema »Camus«

Zatim se lijeva beton u spojeve među elementima. Zahvaljujući željezu, koje strši iz panoa i željezu koje se postavlja vertikalno kroz žlijeb, postiže se monolitna veza među elementima kao i među etažama.

Nikakva oplata nije potrebna; radovi na gradilištu svedeni su samo na vezu među elementima.

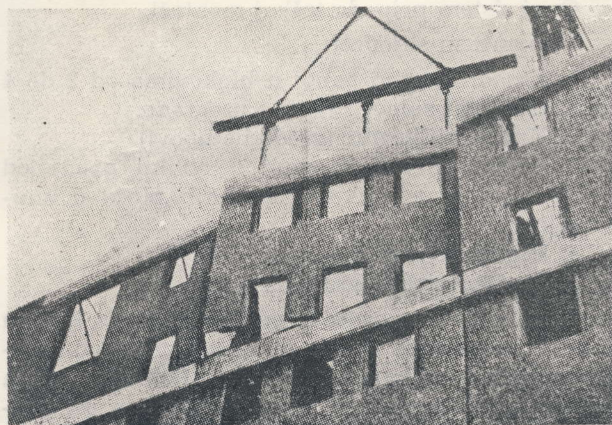
Primjena:

Ovim sistemom izvode se individualne kućice, male i velike zgrade od 2 — 7 katova.

Postoje tri velike tvornice:

1. Na sjeveru u Donai: kapaciteta 4 stana na dan.

2. Na Lorraine u Forbach: kapaciteta 4 stana na dan.



Sl. 12: Montiranje fasadnih panoa

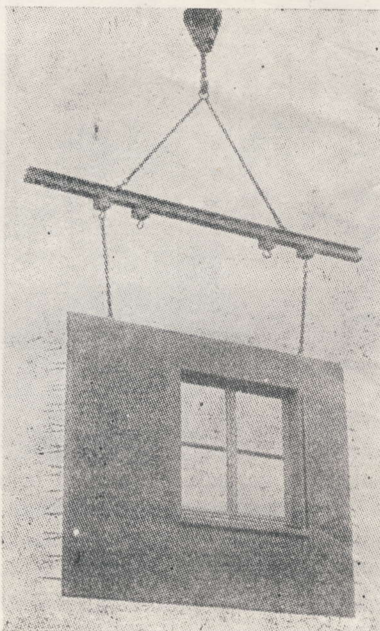
3. U Parizu (Montesson): kapaciteta 8 stanova na dan.

Ovim sistemom od 1950. god., izgrađeno je više od 10.000 stanova.

Postupak »Barets«

Postupak je po sistemu prefabriciranog kostura. Sastoji se od prefabriciranih okvira koji se liju u oplati.

Nosači — okviri mogu biti paralelno ili okomito na fasadu. Radi se o postupku potpune prefabrikacije koja se izvodi na gradilištu.



Sl. 13: Prozorski pano

Paralelno se gradi po ovom sistemu u nekoliko gradova: Cantelen (pokraj Ronen-a), Amiens, Le Havre Valence, Roanne, Lyon itd.

Više od 10.000 stanova je u toku izgradnje.

Italija i Francuska su otkupile pravo za ovaj sistem i počele su sa izgradnjom.

Ovaj sistem pripada teškoj montaži.

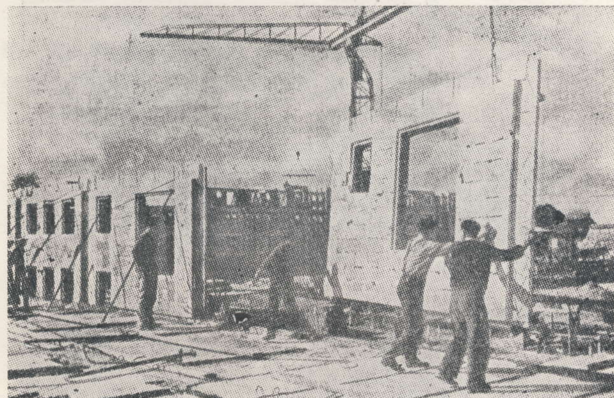
Elementi su slijedeći:

1. Fasadni nosivi panoi u blokovima od 2 do 4 tone, razdjelni zidovi i lagane pregrade.
2. Unutarnji kostur (grede i stupovi).
3. Prefabricirani stropovi u obliku panoa od jedne tone ili u obliku probušenih ploča u unutrašnjosti.
4. Prefabricirani sanitarni blok.
5. Prefabricirana stubična krila.

Fasadni panoi izvode se od šupljih tijela koji su povezani sa strane fasade jednom pločom od betona debljine 4 cm koja u sebi sadrži i oblogu. Prema unutrašnjosti namaz od gipsa je ugrađen pri prefabrikaciji u dnu kalupa, a može biti izveden i na tradicionalni način.

Između gredica od betona su šuplja tijela koja osiguravaju prijenos opterećenja na iste pomoću ploče.

Pano je armiran u okviru i u gredicama. Armatura je postavljena tako da se panoi u spoju mogu povezati međusobno i da služi pri prijenosu i rukovanju.

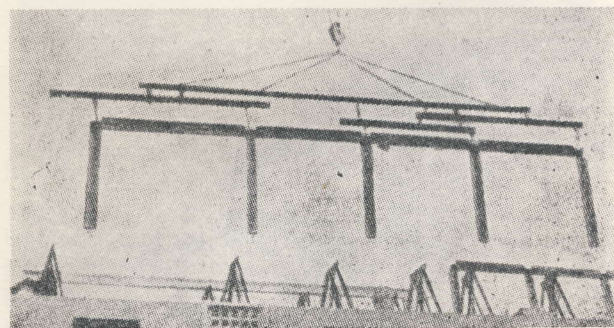


Sl. 14: Montaža i pričvršćenje fasadnih panoa pomoću kosnika

Panoi se lijevaju na ravnoj podlozi sa vanjskom stranom prema dolje; oni leže na mjestu betoniranja sve dok ne dobiju potrebnu čvrstoću, a zatim se prenose pomoću dizalice snabdjevene jednim jarmom.

Panoi se polažu na klinove, uspravljaju u vertikalan položaj i podlijevaju s unutarnje strane cementnim mortom.

Spojevi među panoima zapunjavaju se betonom na licu mjesta; jedna traka od plastike, koja se umeće u spoj, čini spoj nepropusnim. Zatim se betonira vijenac na kojem se ostavlja žlijeb koji služi kao oslonac panoima slijedeće etaže.

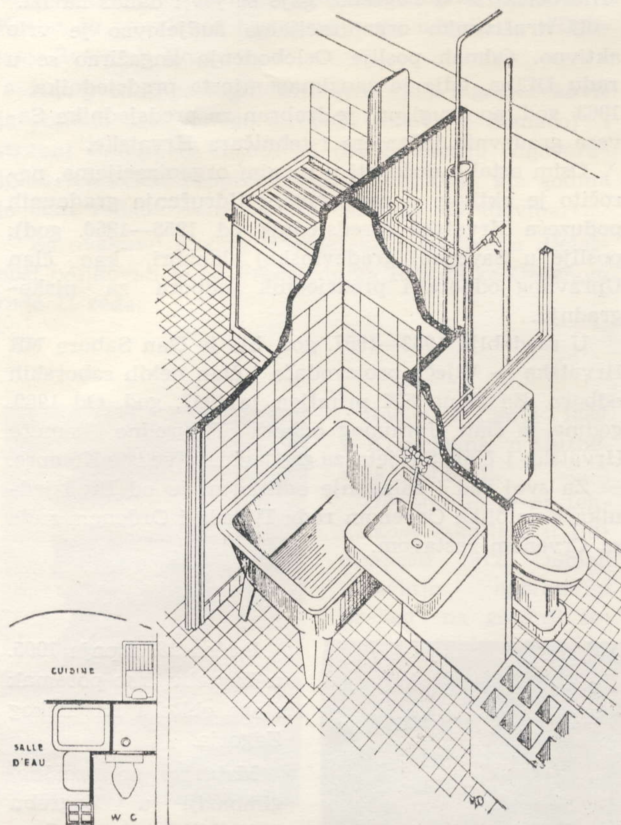


Sl. 15: Montiranje okvira

Pregradni zidovi su identični fasadnima i namazi su od gipsa. Lagane pregrade variraju prema geografskom položaju i uslovima aprovizacije koju rezultiraju. One su od komprimiranog drva, papir-gips ploča i sl.

Stropovi se također izvode od panoa u obliku ploča koji sadrže lateralne gredice i jednu centralnu koja povezuje njihove krajeve.

Armatura i dimenzije su funkcija nosivosti postavljene između gredica konstrukcije i opterećenja.



Sl. 16: Sanitarni blok

U ovom slučaju panoi zahtijevaju obradu plafona sa gipsom. Mogu se izvoditi tako da se prigodom izrade ploča ispod i iznad ugradi gipsana obloga.

Panoi se postavljaju jedan uz drugoga i spajaju se sa jednom trakom koja se lijeva na licu mjesta. Ova traka osigurava monolitnost i kontinuitet zahvaljujući željezu koje je postavljeno u ovu traku prije betoniranja.

Okviri su za jednu etažu i sadrže dvije ili tri grede varijabilne nosivosti prema toku kostura. Debljina i oblik su uniformirane. Oni se betoniraju na ravnoj podlozi. Ako je predviđeno više jednakih okvira, betoniraju se jedan iznad drugoga, a odvajaju se jednim papirom ili slojem ulja.

Rukovanje se vrši pomoću dizalice snabdjevene jarmom. Betom je relativno mlad (3 — 10 dana). Okviri se postavljaju na mjesto i reguliraju se visinski, zalijevaju se betonom na podnožju stupova u otvore koji su za tu svrhu ostavljeni u stropu.

Sanitarni blokovi sadrže seriju prefabriciranih elemenata snabdjevenih, otvorima za cjevovode te imaju ugrađenu oblogu. Sanitarije su montirane u ateljeu na krila od betona i postavljaju se na mjesto ugradbe pomoću dizalice direktno na definitivno mjesto.

Stubište je prefabricirano s ugrađenom oblogom. Obloga se postavlja zbog toga da bi se pojednostavnila izvedba i da se izbjegnu svi finalni radovi na gradilištu.

Nakon njegove primjene na gradilištu u Canteleu, upotreba ovog sistema je široka. U isto vrijeme karakteristike ovog sistema su u neprestanom razvoju, a prefabrikacija je potpuno moguća na samom gradilištu. Potpuno je industrijalizirana izvedba svih namaza i postavljanje obloge, a naročito u sanitarnim blokovima. Postepeno se nastoji ukloniti gips iz upotrebe jer nije najprikladniji u razvoju industrijalizacije. Ovaj sistem je vrlo spretan i može se primjeniti u svim arhitekturama, a ne zahtijeva velike investicije prije početka građenja.

Iz Saveza građevnih inženjera i tehničara Hrvatske



BIOGRAFIJE POČASNIH I ZASLUŽNIH ČLANOVA SGIT HRVATSKE

Uredništvo »Građevinara« sa zadovoljstvom objavljuje biografije članova, koje je Skupština građevnih inženjera i tehničara Hrvatske — 19. travnja 1963. god. u Puli — izabrala za počasne i zaslužne, »za izvanredne zasluge na ostvarenju ciljeva i zadataka Saveza građevnih inženjera i tehničara Hrvatske«. Biografije objavljujemo alfabetskim redom.



Dipl. ing. Mišo **Bauer**

Rođen je u Sisku 24. IX 1907. god. Otac mu je bio zidarski obrtnik.

Osnovnu školu i realnu gimnaziju završio je u Sisku, u razdoblju od 1914. do 1926. god. Od 1926. do 1930. god studira na Tehničkom fakultetu u Zagrebu — građevinski odjel.

Uslijed materijalnih teškoća upošljava se već u ljetu 1930. a 1932. god. postaje dipl. inženjer građevinarstva. Poslije odsluženja vojnog roka prima službu kod tadašnje Vodne zadruge Sisak — Stari, a od 1937, god. vrši i dužnost direktora te Zadruge.

Za vrijeme rada u Vodnoj zadruzi projektira radove i djelomično u režiji rukovodi tim radovima, koji se izvode za račun Zadruge.

Ispit za ovlaštenog inženjera polaže 1940. god, kod bivše banovine u Zagrebu.

Od kvislinškog ustaškog režima proganjan, povremeno zatvaran, sproveden u ljetu 1942. u zloglasni logor Jasenovac, odakle je otpušten u proljeće 1943. godine.

Iste godine prima namještenje kod Uprave za regulaciju rijeke Save u Zagrebu, gdje rukovodi regulacionim radovima na potezu — Slovenska granica — Rugvica. Na toj dužnosti dočekao je i konac rata 1945. god.

Odmah po Oslobođenju zemlje primljen je u službu kod bivšeg Ministarstva građevina NR Hrvatske, u svojstvu šefa odsjeka za melioracije i regulacije. Na toj dužnosti ostaje do ljeta 1946. god. kada je premješten u novoosnovanu Plansku komisiju NR Hrvatske. Najprije kao načelnik odjela za investicije, a kasnije kao potpredsjednik Planske komisije, bio je zaposlen u toj ustanovi do ljeta 1951. god. kada je postavljen za direktora bivše Direkcije građevne industrije i nemetala NR Hrvatske, Zagreb. Na toj dužnosti ostaje nešto manje od godinu dana, nakon čega je postavljen za Pomoćnika Ministra.

Nakon reorganizacije Državne uprave, postavljen je ujesen 1952. god. za direktora građevnog poduzeća »Hidroelektra» u Zagrebu, gdje se još i danas nalazi.

U društvenim organizacijama sudjelovao je vrlo aktivno. Odmah poslije Oslobođenja angažirao se u radu DIT-a, gdje je zauzimao mjesto predsjednika, a 1963. god. po drugi put je izabran za predsjednika Saveza građevnih inženjera i tehničara Hrvatske.

Osim ostalih dužnosti u raznim organizacijama, naročito je aktivan u radu bivšeg Udruženja građevnih poduzeća Hrvatske (predsjednik od 1955—1960. god); poslije u Saveznoj građevinskoj komori, kao član Upravnog odbora i predsjednik odbora za niskogradnju.

U razdoblju 1953—1957. god. bio je član Sabora NR Hrvatske — Vijeća proizvođača i član nekih saborskih odbora. Za člana SK primljen je 1947. god. Od 1960. godine je član Upravnog odbora Privredne komore Hrvatske i član Savjeta za građevinarstvo iste Komore.

Za svoj rad i zalaganje odlikovan je od Predsjednika Republike Ordenom rada II reda i Ordenom rada sa Crvenom zastavom.



Dipl. ing. Vladimir **Bedeković**

Rođen 18. srpnja 1905. u Zagrebu, kao potomak stare obitelji Hrvatskog Zagorja.

Maturira na realnoj gimnaziji u Zagrebu 1924. i diplomira na Građevinskom odjelu Tehničkog fakulteta u Zagrebu 1931. god.

Specijalizaciju iz područja cestogradnje završio na »Ohio State University« u Columbusu, Ohio, USA. 1962. god.

Kad građevni inženjer posvetio se oblasti niskogradnje, posebno problematici cestogradnje.

U prijeratnom periodu 1932—1941. službovao u Tehničkim odjelima Kotara, u Ministarstvu građevina, te kao šef tehničkih terenskih sekcija za projektiranje i građenje državnih cesta. Tokom rata bio je službenik Direkcije glavnih državnih cesta u Zagrebu.

Nakon Oslobođenja, odmah 1945 preuzet je u Ministarstvo građevina NR Hrvatske u Zagrebu, vodeći nadzor nad gradnjama cesta. 1946 kao glavni inspektor trase, sudjeluje na gradnji Autoputa Beograd—Zagreb. Od 1947—1951. radio je na području cestogradnje u Saveznom institutu za građevinarstvo u Beogradu, a od 1951. god. je direktor Instituta za građevinarstvo Hrvatske, Zagreb.

Ing. Bedeković je vrlo aktivan društveni radnik, te je od 1931. god. član Društva inženjera i arhitekata u Zagrebu ,član Društva za puteve, a nakon Oslobođenja vršio je mnogbrojne društvene fukncije i dužnosti u Društvu građevnih inženjera i tehničara, Savezu Jugoslavenskih laboratorija. Pored toga član je međunarodnih organizacija — RILEM (međunarodni savez instituta građevinarstva), istražnog društva za ceste u Kölnu, te američkog cestograđevnog udruženja »Highway Research Board«.

Kao poznati cestograđevni stručnjak, ing. Bedeković je objavio vrlo mnogo stručnih radova u domaćoj i stranoj štampi, te surađivao pri donošenju odgovarajućih tehničkih propisa i normativa. Dugi niz godina je član redakcijskog odbora časopisa »Građevinar«.

Za ovakovu plodnu inženjersku i društvenu djelatnost odlikovan je od Predsjednika Republike Ordenom rada II reda.



Dipl. ing. Albreht **Helfman**

Rođen 2. lipnja 1889. u Križevcima, u službeničkoj obitelji.

Diplomirao je na tehničkom fakultetu u Budimpešti 1912. Odmah otpočinje operativnu praksu na gradnji željeznice Bjelovar — Garešnica — Grubišno Polje. Sudjeluje u Prvom svjetskom ratu 1914—1918. Nakon svršetka rata radi na izgradnji Ličke pruge, a od 1920 —1930. god. u građevnom poduzeću Peyer i drug, iz Zagreba, i rukovodi ovim većim gradnjama: — hidrocentrala Zeleni Vir kod Skrada, objekti sarajevskog vodovoda na Jahorini, gradnja temelja sa kesonima za most preko Kupe u Sisku, melioracioni radovi u Mačvi, kolektorski kanali u Zagrebu, gradska tržnica na Dolcu u Zagrebu.

Od 1930—1945. god. radi kao samostalni građevni poduzetnik ove značajnije objekte: — kesoniranje stubova za željeznički most preko Save u Zagrebu, cestovni most preko Save u Bos. Gradiški, dionicu Krnjak — Veljun pruge Karlovac — Bihać.

Nakon Oslobođenja rukovodio gradnjom porušenih željezničkih mostova u Karlovcu, Sisku i Zaprešiću.

Od 1947. god. do danas u građevnom poduzeću »Viadukt« u Zagrebu rukovodi radovima mostogradnje, od kojih posebno spominjemo: cestovni most preko Krapine u Zaprešiću, preko Zrmanje u Obrovcu, preko Kupe u Brodu na Kupi, preko Lašve u Travniku, preko Mure na mađarskoj granici kod Letenja.

Još danas — u 74. godini života — rukovodi izgradnjom mostova na Jadranskoj magistrali.

Za svoj inženjerski rad višestruko je odlikovan, pohvaljen i nagrađivan.



Dipl. ing. Vilko **Heruc**

Rođen 24. travnja 1895. u Križevcima, u obrtničkoj obitelji.

Nakon mature 1914. u Zagrebu, odlazi u vojsku i sudjeluje 1914—1917. u Prvom svjetskom ratu. Uz teške poslijeratne materijalne prilike studira na tek osnovanoj Visokoj tehničkoj školi u Zagrebu, i diplomira na Građevnom odjelu 1925. god.

Kao mladi inženjer zaposluje se kod Industrijskog i građevnog poduzeća Antun Res u Zagrebu, specijaliziranog za gradnju cesta s modernim kolovozima. Ing. Heruc ostaje u ovom poduzeću za cestogradnje do 1945, rukovodeći radovima na uređenju gradskih cesta u Zagrebu, Ljubljani, Splitu, itd.

Nakon Oslobođenja radi u građevnom poduzeću »Novi put« do 1949, a od tada do danas u g.p. »Viadukt« na dužnosti glavnog inženjera. Tako sudjeluje na rukovodećim dužnostima na rekonstrukcijama i modernizaciji cestovne mreže u Hrvatskoj i gradnji aerodroma, kao Lujzijane, Jadranske magistrale, Zagorske magistrale, aerodroma Zemunik i Pleso i dr.

Ing. Heruc vidno učestvuje u rješavanju stručnih problema cestogradnje, objavljujući svoje radove u časopisima »Ceste i mostovi« i »Građevinar«, a na savjetovanjima stručnjaka za ceste nastupa sa svojim referatima, kao npr. Ilidža 1954, Bled 1956, Niška Banja 1958.

Njegov radni kolektiv, cijeneći zasluge i napore ing. Heruca na uzdizanju mlađih kadrova, odlikuje ga povodom 10. i 15. godišnjice rada u g.p. »Viadukt« — posebnom diplomom.

Svoje bogato znanje iz cestogradnje ing. Heruc prenosi i na mlađe kolege, održavajući predavanja u Društvu inženjera i tehničara i na stručnim tečajevima graditelja omladinske pruge 1947. a nastavno i Autoputa.

Društveno vrlo aktivan, ing. Heruc sudjeluje u stručnim konsultacijama pri izradi tehničkih propisa i u razradi perspektivnog plana cestovne mreže u Hrvatskoj.

Nadalje je ing. Heruc član komisije za stručne ispite tehničara i stalni sudski vještak za cestogradnju.

Od 1927. godine redovno je član društvenih organizacija inženjera i tehničara.

Za ovakav rad i postignute uspjehe u izgradnji naše zemlje odlikovan je od Predsjednika Republike Ordenom rada sa Zlatnim vijencem.



Prof. dr ing. Rajko **Kušević**

Rođen 1894. godine, od oca upravnog činovnika i majke učiteljice.

Poslije ispita zrelosti položenog na gimnaziji u Vinkovcima 1912, studirao na Tehničkoj visokoj školi u Grazu kao stipendista. Odmah po apsolutoriju diplomirao je 1917. god. kao građevni inženjer. Posljednjih godina studija živio je u teškim materijalnim uslovima, zbog ratnih prilika.

1918—1920. god. radio je na gradnji ratom porušenih kuća u jugoistočnom Srijemu i armiranih betonskih mostova. 1921—1922. god. radio je u Beču u poduzeću Wagner-Biro-Kurz na projektiranju čeličnih konstrukcija. Krajem 1922. godine počeo raditi na Tehničkoj visokoj školi u Zagrebu, kao pristav na katedri za željezne mostove, gdje je 1923. promoviran za doktora tehničkih znanosti, na osnovi disertacije iz područja građevinske statike. 1928. počeo je predavati kao honorarni docent Građevnu mehaniku na Arhitektonskom odsjeku. 1930. izabran je i postavlje za sveučilišnog docenta za predmete Građevna mehanika i Čelične konstrukcije zgrada, ali je i dalje nastavio raditi kao konstrukter na katedri za mostove. 1935. izabran je i postavljen za izvanrednog profesora za predmete Građevinsku mehaniku i Čelične konstrukcije zgrada na Arhitektonskom odjelu i Višu građevnu statiku na Građevnom odsjeku. Početkom 1941. izabran je za redovnog profesora, ali je na taj položaj postavljen tek poslije rata. Kao redovni profesor predavao je najprije Višu građevnu statiku, Čelične konstrukcije zgrada i Čelične mostove na građevnom odsjeku. Poslije je preuzeo predavanja iz Niže građevne statike, uz koju je, pored Više građevne statike, preuzeo i predavanja iz Primijenjene teorije elastičnosti.

Krajem godine 1953. stupio s punim godinama službe u penziju. Poslije toga preuzeo je u Institutu građevinarstva Hrvatske honorarno položaj šefa Odjela za statička ispitivanja.

Bio je član komisije za reviziju projekata pri Saveznoj upravi za puteve i pri Direkciji za ceste NR Hrvatske, a sada je član Komisije za pregled tehničke dokumentacije u Zajednici za ceste Hrvatske. Bio je član ocjenjivačkih sudova za konkursne projekte značajnih mostova, tako npr. za željeznički most preko Save u Zagrebu, cestovni most preko Save u Jankomiru, drumski most preko Save u Beogradu, željeznički most preko Tise kod Titela, željezničko-drumski most preko Dunava u Novom Sadu, željeznički most preko Save u Orašju.

Mnogo je radio na stručnoj publicistici. Godine 1923—1939. bio je glavni urednik Tehničkog lista, organa Udruženja jugoslavenskih inženjera i arhitekata. God. 1929. uredio je spomenicu tog Udruženja »Jugoslavija na tehničkom polju 1919—1929«. Od godine 1953. do danas član je Redakcijskog odbora »Građevinara«. Godine 1960. preuzeo je dužnost pomoćnika glavnog urednika Tehničke enciklopedije, na kojoj se i danas nalazi.

God. 1948. izabran je za dopisnog člana Jugoslavenske Akademije znanosti i umjetnosti, u kojoj vrši dužnost referenta Tehničke sekcije.

Prof. Kušević decenijama je bio vrlo aktivan društveni radnik i član odgovarajućih društvenih organizacija, primajući od ovih i odgovarajuće pohvale i priznanja.



Dipl. ing. Nikola **Marić**

Rođen 18. III 1896. u Majuru kod Kostajnice, u seljačkoj porodici.

Osnovnu školu polazio u Majuru, nižu realnu gimnaziju završio u Petrinji, a višu realnu gimnaziju u Karlovcu, gdje je 1915. maturirao.

Građevni inženjerski fakultet — Visokog tehničkog učilišta u Pragu završio 1921. i diplomirao 1921. god.

Po završenom stažu i položenom praktičnom ispitu, napušta državnu službu u građevinskoj sekciji u Kostajnici i dobiva ovlaštenje građevnog inženjera sa sjedištem u Kostajnici. U svom rodnom kraju radi do 1932. god. Polovicom 1932. prelazi u Karlovac, gdje otvara tehničku poslovnicu i osniva građevno poduzeće. U Karlovcu radi do 1948. god.

1948. je premješten u Zagreb i preuzima mjesto tehničkog rukovodioca u građevnom poduzeću »Visokogradnja« i do 1951. vrši dužnost tehničkog rukovodioca. Iz »Visokogradnje« prelazi u »Udarnik« i konačno u »Novogradnju«.

1951. pozvan je da preuzme mjesto u Narodnom odboru grada Zagreba kao referent za komunalne službe i neprivredne investicije. U službi Narodnog odbora grada Zagreba od 1951. god. do danas vrši dužnost referenta, šefa odsjeka i načelnika za neprivredne investicije, a reorganizacijom službe 1961. i osnivanjem Direkcije za izgradnju javnih objekata grada Zagreba, postaje tehnički direktor te Direkcije i tu dužnost vrši do danas. Radeći na komunalnim zadacima i izgradnji grada Zagreba, sudjeluje na savjetovanjima Stalne konferencije gradova, putuje u nekoliko navrata u inozemstvo radi proučavanja komunalnih i drugih stručnih problema, kao pitanja izgradnje Zagrebačkog velesajma, stambene izgradnje i sl.

Po stručnom zauzimanju i sudjelovanju u izgradnji Zagrebačkog velesajma, Stadiona u Maksimiru i Mosta Slobode, dobiva pohvale i priznanja.

Bio je član Društva inženjera i arhitekata od 1922. Inženjerske komore u Zagrebu od 1927—1945, zatim DIT-a od osnutka do danas. Kroz dvije godine bio je predsjednik Društva građevnih inženjera i tehničara u Zagrebu.



Dipl. ing. Ante **Novak**

Rođen je 22. XI 1893. god. u Zagrebu, u građanskoj obitelji.

Osnovnu i srednju školu pohađao je u Zagrebu, gdje je i maturirao 1912 god. Iste godine, kao stipendista Hrvatske zemaljske vlade odlazi na studij arhitekture u Graz.

Na početku Prvog svjetslkog rata mobiliziran je, te kao artiljerijski rezervni oficir sudjeluje u ratu do njegovog svršetka.

Po otvorenju Visoke tehničke škole u Zagrebu, 1919. g. upisuje se na građevinski odjel, te se nakon uspješno završenih studija, 1924. godine, zaposlio u tehničkoj poslovnici »A. Payer i drug« u Zagrebu. U prvo je vrijeme radio u projektnom odjelu, baveći se projektiranjem manjih hidrocentrala, vodovoda, kanalizacije, cesta, te dijelova mosta u Sisku, a potom prelazi u operativu kao samostalni rukovodilac, no pod stručnom kontrolom Prof. ing. V. Riesznera. Za to vrijeme izvodi razne radove, kao: glavni sabirni kanal grada Zagreba kroz Radničku cestu, nasip uz rijeku Savu od Jaruna do Trnja, Aerodrom Borongaj, kanalizaciju grada Petrinje i svođeni most preko rijeke Kupe u Sisku.

1935. godine ostao je bez zaposlenja s obzirom na to, da je građevinska djelatnost u to vrijeme stagnirala. Kao ovlašteni građevinski inženjer otvara vlastitu tehničku poslovnicu i građevno poduzeće te preuzima tehničko rukovođenje izgradnje mosta preko rijeke Like u Kosinju, a potom izgradnju pokusne dionice cement makadama kroz Podsused.

Kada je Uprava za regulaciju rijeke Save prestala sa izvođenjem radova u svojoj režiji, preuzeo je osiguranje ruševnih obala, a zatim regulatorne radove za malu i srednju vodu, i to na potezu od granice Slovenije do niže od Zagreba. 1940. g. izvodi rekonstrukciju prve dionice ceste Podsused—Ptuj.

Neposredno pred Drugi svjetski rat pozvan je na vojnu vježbu u Bačku Topolu. Odmah po izbijanju neprijateljstva, zarobljen je i odvučen u logor u Njemačku, odakle se nakon 4 mjeseca spašava igrom slučaja. Nakon povratka u Zagreb radi u svom poduzeću.

Po Oslobođenju, 1945. nastavlja s radovima na regulaciji rijeke Save, na rekonstrukciji prve dionice ceste Podsused — Ptuj, te na izgradnji silosa za cement u Tvornici cementa u Podsusedu. 1946. postavljen je za tehničkog rukovodioca poduzeća »Novi put«.

Kada je 1948. god. započela izgradnja Autoputa »Bratstvo-Jedinstvo« postaje odgovornim rukovodiocem radova na dionici Zagreb — Ivanić Grad, a nakon što je poduzeće »Novi put« likvidirano, prelazi zajedno s cijelim kolektivom Omladinskom poduzeću Autoput u Novoj Gradiški. 1950. imenovan je glavnim inženjerom za dovršenje cca 100 km Autoputa. Krajem iste godine, po odluci tadašnjeg Ministarstva građevina NR Hrvatske, premješten je u poduzeće »Hidroelektra«, i to na gradilište »Brane Lokvarke« u Lokve — Gorski Kotar, gdje ostaje do 1953. kada je bio primoran, zbog bolesti, vratiti se u Zagreb, gdje rukovodi raznim radovima, sve do 1962. kada je penzioniran na vlastiti zahtjev zbog bolesti, sa 32 godine penzionog staža.

Tokom svog aktivnog rada, kao i zbog zalaganja na radu, dobio je niz pohvala i nagrada, kako od strane investitora tako i od strane rukovodstva poduzeća. Po odluci tadašnjeg Ministarstva građevina NR Hrvatske imenovan je 1947. god. višim građevinskim inženjerom, 1949. građevinskim savjetnikom.

Za radove na Autoputu »Bratstvo-Jedinstvo« odlikovan je Ordenom rada II reda.



Dipl. ing. Franjo **Simić**

Rođen 21. II 1894. u Kapeli kraj Bjelovara, kao sin zemljoradničke porodice, oženjen, ima dva sina građevinska inženjera i kćerku profesora kemije.

Gimnaziju je završio u Bjelovaru, a Tehnički fakultet građevinskog smjera u Grazu kao stipendist tadašnje Hrvatske zemaljske vlade. Diplomirao je 1918. godine.

Nakon završetka studija stupio je, prema ranijoj obavezi, u državnu službu. Službovao je u Ogulinu, Karlovcu, a od 1923. kao šef hidrotehničkog odjeljka u Varaždinu, 1931. kod Banske uprave u Novom Sadu, godine 1933—1946. kao šef Tehničkog odjeljka u Vukovaru. Od 1946. do 1963. nalazio se na dužnosti načelnika planskog odjela bivšeg ministarstva građevina i Glavnog građevinskog inspektora NR Hrvatske.

Za vrijeme službovanja projektirao je i izvodio objekte iz područja mostogradnje, cestogradnje, visokogradnje i vodogradnje. Npr. armirani betonski most preko Dobre u Lipi, most preko Vuke u Vukovaru, ceste u Gorskom kotaru, Regulacija Drave kod Ormoža, Varaždina, Preloga i Legrada, preko Mure kod Podturna, nasipe za odbranu od poplave bosanske Posavine na potezu Bosanski Šamac—Brčko, projekt za hidroelektranu Bistrac kod Ogulina i hidroelektranu Čabar. Radio je na odbrani od poplave i melioraciji zemljišta kao povjerenik Bið—Bosutke vodne zadruge,

Zadruge za isušenje jugositočnog Srijema i komesara vodne zadruge u Orašju, te kao dugogodišnji povjerenik za Srednju bosansku Posavinu. Učestvovao je na međunarodnim konferencijama za regulaciju graničnih rijeka s Mađarskom i Austrijom, u godinama 1923 — 1939.

Publicirao je niz stručnih članaka u časopisima »Tehnika« i »Građevinar«. Dao je niz ekspertiza za analizu pojedinih građevinskih nezgoda, kao i prijedloge za asanaciju takvih objekata. Učestvovao je aktivno u društvenom životu stručnih organizacija. Godine 1948—1949. bio je predsjednik Sekcije građevinskih inženjera i tehničara, a 1951—1955. bio je glavni urednik stručnog časopisa »Građevinar«, i dalje do danas član redakcijskog odbora tog časopisa. Od 1951. do 1963. god. bio je predsjednik komisije za državne stručne ispite građevinskih inženjera i viših tehničara NR Hrvatske. Od 1951 do 1960. bio je potpredsjednik Republičke komisije za revizije projekata.

Za zasluge u organizaciij i razvoju društva građevnih inženjera i tehničara dodjelilo mu je Društvo Zagreb Spomenicu prigodom 80. godišnjice postojanja Društva.

Penzioniran je 1963. godine, nakon 45-godišnjeg rada u struci.

Predsjednik Republike odlikovao ga je Orednom rada.

(Sastavio prema podacima — M. Jančiković)

ISPRAVAK

Dr ing. Elimir Svetličić: *Hidraulička analiza hrapavosti u inundacijama naravnih vodotoka;* Građevinar br. 8, kolovoz 1963, treba izvršiti ispravke grešaka:

Na str. 269: Druga kolona, peti red odozdo, treba = = *strujanja u inundacijama;*

Na str. 270: Prva kolona, 14 red odozdo, treba *tokova naravnih korita;* 19 red jednadžba glasi

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$$

30 red, treba *izračunati po Bazinovoj;* druga kolona, prvi i drugi red odozdo, jednadžbe glase $v = 35,4\, I^{10\, I-0,007} \cdot t^{1/5} \cdot \sqrt{t\, I}$, $C = 35,4\, I^{10\, I-0,007},\ t^{1/5}$

Na str. 271: Prva kolona, prvi stupac, četvrti red odozgo, treba $I^{10\, I-0,007} = 1$; drugi stupac, treći red jednadžba glasi

$v = 35,4 \cdot t^{1/5} \sqrt{t\, I} = 35,4 \cdot t^{0,7} \cdot I^{0,5}$; u 18 i 22 red odozdo treba $I^{10\, I-0,007}$.

Na str. 272: Prva kolona, ispod tabele, drugi red odozgo, treba *i rezultata koji;*

Str. 273: Prva kolona, prvi red odogo, treba izbaciti (γ); 31 red umjesto Σ, treba ε; druga kolona, drugi red odozgo, treba ε_c; četvrti red jednadžba glasi

$$E_c = \frac{5\, c}{\sqrt{g}} \cdot \frac{\nu}{v};$$

šesti red treba ν;

Str. 274: Prva kolona, osmi red odozdo treba *koristiti ćemo;* druga kolona u drugom redu ispod a) i ispred b) treba

$$Re = \frac{v \cdot 4\, R}{\nu}; \quad - \ -\nu = 1,15 \cdot 10^{-6}\ m^2/s;$$

23 red, treba *log-log skali;* 19 i 20 red, treba *Darcy-Weisbach*

$$h = \lambda \cdot \frac{l}{d}\ \frac{v^2}{2\, g};$$

16 red, treba $\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}}$; 9 red, treba *Darcy-Weischbachova;* 6 red, treba $v = 9.805\, (t^{1,25} \cdot I \cdot \nu^{-0,25})^{4/7}$; 2 red, treba *Darcy-Weischbachovom.*

Str. 275: Prva kolona, 1 i 2 red odozgo, ispod slike 10, treba *Poiseulleovim;* peti red treba $v = 261 \cdot 10^{-6} t^2 I \cdot \nu^{-1}$; 10 red ododo, umjesto μ treba n; 3 red odozgo, ispod slike 10, treba *Morrisa;* 10 red ispod slike 10, treba *turbulentno-glatkog režima.*

Str. 276: Prva kolona ,treći red odozgo, treba *od određene;* 11 red, treba *(v. sl. 10);* 12 i 13 red, treba *slika 5;* 19 i 20 red, treba
a) $v = 9,805\, (t^{1,25} \cdot I \cdot \nu^{-0,25})^{4/7}$;
b) $v = 261 \cdot 10^{-6} \cdot t^2\, I \cdot \nu^{-1}$;
28 red odozdo, treba *Čertousov;* 27 red, treba *Channel Hydraulics;* 22 red, treba *La Houille Blanche;* 13 red, treba *naravnih;* druga kolona, 25 red odozgo, treba *regime;* 13 red odozdo, treba *this;* 5 red, treba *of;* 4 red, treba *figure 10;* 2 red, treba *figure 5;* prvi red, treba *regime;* 2 red odozgo, treba *regime;* 5 i 6 red, treba
a) $v = 9,805\, (t^{1,25} \cdot I \cdot \nu^{0,25})^{4/7}$;
b) $v = 261 \cdot 10^{-6} \cdot t^2 \cdot I \cdot \nu^{-1}$.

Str. 277: Prva kolona, 9 red, treba *calculation ought;* druga kolona, drugi red odozgo, treba *safe.*

VIADUKT

GRAĐEVNO PODUZEĆE - ZAGREB

